PENGANTAR SURVEY DAN PEMETAAN 2



n

BAB 1.
PENGENALAN ALAT LEVELLING

A. Pengertian Waterpass

Waterpass (penyipat datar) adalah suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi antara titik-titik saling berdekatan. Beda tinggi tersebut ditentukan dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukan ke rambu-rambu ukur yang vertical.

Sedangkan pengukuran yang menggunakan alat ini disebut dengan *Levelling* atau *Waterpassing.* Pekerjaan ini dilakukan dalam rangka penentuan tinggi suatu titik yang akan ditentukan ketiggiannya berdasarkan suatu system referensi atau bidang acuan.

Sistem referensi atau acaun yang digunakan adalah tinggi muka air air laut rata-rata atau *Mean sea Level (*MSL) atau system referensi lain yang dipilih.Sistem referensi ini mempunyai arti sangat penting, terutama dalam bidang keairan, misalnya: Irigasi, Hidrologi, dan sebagainya. Namun demikian masih banyak pekerjaan-pekerjaan lain yang memerlukan system referinsi.

Untuk menentukan ketinggian suatu titik di permukaan bumi tidak selalu tidak selalu harus selalu mengukur beda tinggi dari muka laut (MSL), namun dapat dilakukan dengan titik-titik tetap yang sudah ada disekitar lokasi oengukuran. Titik-titik tersebut umumnya telah diketahui ketinggiannya maupun kordinatnya (X,Y,Z) yang disebut *Banch Mark* (BM). Banch mark merupakan suatu tanda yang jelas (mudah ditemukan) dan kokoh dipermukaan bumi yang berbentuk tugu atau patok beton sehingga terlindung dari faktor-faktor pengrusakan.

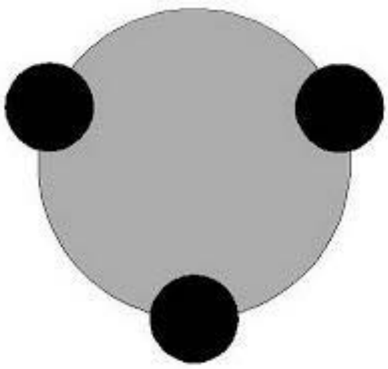
Manfaat penting lainnya dari pengukuran Levelling ini adalah untuk kepentingan proyek-proyek yang berhubungan dengan pekerjaan tanah (Earth Work) misalnya untuk menghitung volume galian dan timbunan. Untuk

itu dikenal adanya pengukuran sipat datar profil memanjang (Long section) dan sipat datar profil melintang (Cross section).

Dalam melakukan pengukuran sipat datar dikenal adanya tingkat-tingkat ketelitian sesuai dengan tujuan proyek yang bersangkutan. Hal ini dikarenakan pada setiap pengukuran akan selalu terdapat kesalah-kesalahan. Fungsi tingkat-tingkat ketelitan tersebut adalah batas toleransi kesalahan pengukuran yang diperbolehkkan. Untuk itu perlu diantisipasi kesalah tersebut agar di dapat suatu hasil pengukuran untuk memenuhi batasan toleransi yang telah ditetapkan.



Gambar.1.1 Nikon AP-8



Gambar.1.2. Tiga Sekrup ABC

Instrumen yang digunakan untuk pekerjaan levelling dapat dikelompokkan dalam empat kategori : tipe dumpy , tipe tilting , tipe automatic , dan tipe digital . Meskipun masing-masing agak berbeda dalam desain , semua memiliki dua komponen umum : (1) teleskop untuk menciptakan garis pandang dan memungkinkan pembacaan yang akan diambil pada rambu ukur dan (2) a sistem untuk mengarahkan garis pandang pada bidang horizontal . Tipe Dumpy dan tilting menggunakan tipe *vial* untuk mengarahkan garis pandang mereka , sementara tipe otomatis mempekerjakan kompensator otomatis . Tipe digital juga menggunakan kompensator otomatis , tetapi menggunakan batang bar -kode untuk pembacaan otomatis.Automatic digital adalah jenis yang paling umum digunakan saat ini , meskipun tipe tilting masih digunakan terutama pada proyek-proyek yang membutuhkan pekerjaan yang sangat tepat . Tipe digital dengan cepat mendapatkan hasil pengukuran .Ketiga jenis tipe dijelaskan dalam bagian dibawah . Tingkat Dumpy jarang digunakan saat ini , yang telah digantikan oleh jenis yang lebih baru lainnya .

Mereka dibahas dalam tingkat Lampiran A. Tangan , meskipun tidak umum digunakan untuk leveling diferensial, memiliki banyak kegunaan khusus di mana perbedaan ketinggian kasar jarak lebih pendek diperlukan . Mereka juga dibahas dalam bab ini .

Bagian Utama dari Pesawat Penyipat Datar

TELESKOP

Instrumen leveling teleskop digunakan untuk menentukan garis pandang dan memperbesar pandangan lurus terhadap referensi , sehingga memungkinkan mendapatkan pembacaan yang akurat . Komponen teleskop dipasang di silinder tabung . Empat komponen utama adalah lensa objektif , lensa negatif , reticle, dan lensa mata . Dua bagian ini , lensa objektif dan okuler , bersifat eksternal untuk instrumen , dan hanya terdapat pada automatic level yang diperlihatkan pada Gambar 1.1



Gambar 1.3. Bagian-bagian umum dari pesawat sipat datar

Lensa obyektif .

Lensa obyektif ini terpasang di bagian depan badan dari pesawat sipat datar, memiliki sumbu optik cukup konsentris dengan sumbu tabung . Fungsi utamanya untuk mengumpulkan sinar cahaya yang masuk dan mengarahkan mereka fokus kearah lensa negatif.

Lensa negatif .

Lensa negatif terletak antara lensa obyektif dan reticle , dipasang dibagian tersebut sehingga sumbu optik berhimpit dengan lensa objektif . Fungsinya adalah untuk memfokuskan sinar cahaya yang melewati lensa objektif ke bidang reticle . Selama fokus , slide lensa negatif bolak-balik sepanjang sumbu tabung .

Reticle .

Reticle ini terdiri dari sepasang garis acuan tegak lurus (biasanya disebut garis bidik) dipasang pada arah fokus utama sistem optik . Titik potong garis

bidik , bersama-sama dengan pusat optik dari sistem obyektif , membentuk apa yang disebut garis bidik , juga kadang-kadang disebut garis collimation . Garis bidik adalah garis-garis halus terukir di kaca bundar tipis . Pelat kaca di tempatkan dalam tabung silinder utama dengan dua pasang sekrup yang berlawanan , yang terletak di sudut kanan satu sama lain untuk memfasilitasi pengaturan garis bidik . Dua baris tambahan sejajar dan berjarak sama dari garis utama biasanya ditambahkan ke reticle untuk keperluan khusus seperti untuk tiga -kawat meratakan (lihat Bagian 5.8) dan stadia (lihat Bagian 5.4). Reticle dipasang dalam tabung teleskop utama dengan garis ditempatkan dalam orientasi horizontal-vertikal.

Lensa mata

Lensa mata adalah mikroskop (biasanya dengan perbesaran dari sekitar 25 sampai 45 tenaga) untuk melihat gambar. Fokus adalah fungsi penting yang akan dilakukan dalam menggunakan teleskop. Proses diatur oleh prinsip dasar lensa dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

di mana adalah jarak dari lensa untuk gambar pada pesawat reticle , jarak dari lensa ke objek, dan f lensa panjang fokus . Panjang fokus lensa apapun adalah fungsi dari jari-jari dari permukaan tanah bola lensa , dan dari indeks bias dari kaca yang dibuat . Ini adalah konstan untuk setiap tertentu tunggal atau majemuk lensa . Untuk fokus untuk setiap jarak yang berbeda-beda , harus diubah untuk mempertahankan persamaan Persamaan (4.12) . Fokus teleskop tingkat adalah proses dua tahap . Pertama lensa mata lensa harus fokus . Karena posisi reticle pada sisa-sisa tabung teleskop tetap , jarak antara itu dan lensa okuler harus disesuaikan agar sesuai dengan mata pengamat individu. Hal ini dilakukan dengan membawa bidik ke jelas fokus , yaitu , membuat mereka muncul sebagai hitam mungkin saat penampakan di langit atau jauh, benda berwarna terang . Setelah ini telah dicapai ,

pengaturan tidak perlu diubah untuk pengamat yang sama , terlepas dari panjang terlihat, kecuali seragam mata .

Tahap kedua berfokus terjadi setelah lensa mata telah disesuaikan. Objek pada jarak yang bervariasi dari teleskop dibawa ke fokus yang tajam pada bidang garis bidik dengan memutar kenop fokus . Ini bergerak negatif fokus lensa untuk mengubah dan menciptakan kesetaraan dalam Persamaan (4.12) untuk berbagai jarak . Setelah fokus , jika garis silang ditampilkan untuk perjalanan di atas objek terlihat ketika mata digeser sedikit ke arah manapun , paralaks exists.The lensa obyektif , lensa mata , atau keduanya harus memfokuskan kembali untuk menghilangkan efek ini jika pekerjaan yang akurat adalah harus dilakukan

Nivo

Pada waktu melakukan pengukuran dengan alat-alat ilmu ukur tanah, baik pengukuran mendatar maupun pengukuran tegak, haruslah sumbu kesatu tegak lurus dan sumbu kedua tegak lurus pada sumbu ke satu. Untuk mencapai keadaan dua sumbu itu, digunakan suatu alat yang dinamakan ***Nivo***. Menurt bentuknya Nivo dibagi dalam dua macam ;

1. ***Nivo Kotak***

Yaitu terdiri atas kotak dari gelas yang dimasukkan dalam montur dari logam sedemikian, hingga bagian atas tidak tertutup. Kotak dari gelas itu diisi dengan eter atau alcohol dan diatas di bagian dalam tutup kotak diberi bentuk bidang lengkung dari bulatan dengan jari-jari yang besar. Bagian kecil kotak itu berisi zat cair, sehingga bagian dari atas kelihatan *gelembung*.



Gambar 1.4 Nivo Kotak

Nivo kotak berbentuk bulat (lihat Gambar 4.12), bagian dalam permukaan bola diproduksi untuk radius tertentu. Seperti versi tabung, kecuali untuk gelembung udara, nivo bulat dipenuhi dengan cairan. Nivo ini tepat dengan lingkaran konsentris yang memiliki jarak 2 - mm. Poros sebenarnya pesawat bersinggungan dengan titik radius lingkaran konsentris. Ketika gelembung tersebut berpusat di lingkaran terkecil, sumbu harus horisontal. Selain penggunaannya untuk perataan pada tiliting level dan tingkat otomatis , nivo bulat juga digunakan pada instrumen total station, tribrachs, jalon, rambu prisma, dan banyak instrumen survei lainnya. Sensitivitas mereka jauh lebih rendah dibandingkan dengan nivo tabung umumnya di kisaran dari 2‟ sampai 2‟‟‟untuk per bagian 2 - mm .

2. ***Nivo Tabung***

Yakni terdiri atas tabung dari gelas yang berbentuk silinder, dengan bidang dalamnya yang diatas digosok, hingga mempunyai bentuk bidang bulatan dengan jari-jari yang besar. Di bagian atas luar tabung diperlengkapi dengan garis-garis yang berjarak 2 mm (garis-garis paris). Tanda bahwa garis arah nivo mendatar adalah bila kedua ujung gelembung letak di sebelah kiri dan di sebelah kanan titik nivo T dengan jarak yang sama. Apabila gelembung dalam keadaan lain, maka garis arah nivo tidak mendatar.

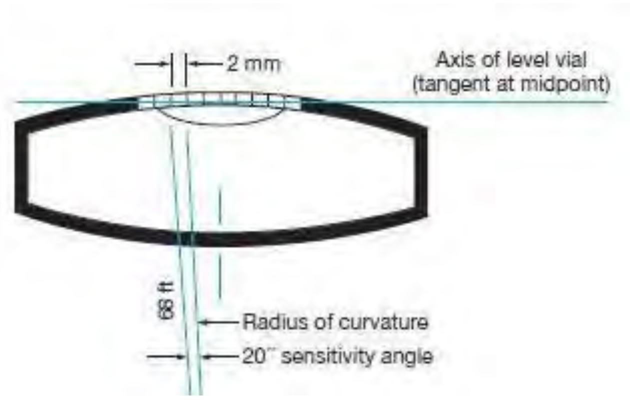


Gambar 1.5 Nivo tabung

Nivo tabung mempunyai beberapa bentuk konstruksi :

a. Nivo tabung dengan ruang pengatur di salah satu ujungnya. Ruang pengatur ini ditutup dari ruang nivo dengan pelat dari gelas yang berlubang. Fungsi ruang pengatur ini ialah untuk dapat mengatur panjang gelembung. Bila gelembung terlalu panjang, sehingga salah satu ujung tidak dapat ditentukan tempatnya pada skala, maka gelembung harus diperkecil dengan menungkan zat cair dari ruang pengatur ke ruang nivo dengan perantaraan lubang pelat gelas yang letak antara ruang nivo dan ruang pengatur.
b. Nivo reversi. Pada nivo reverse tidak hanya bidang dalam yang atas tetapi pula bidang dalam yang bawah digosok sebagai bidang bulatan dengan jari-jari yang besar. Demikian pula ada dua skala, di atas dan di bawah, sehingga nivo ini dapat di gunakan dala dua keadaan (bolak-balik). Pada nivo reverse didapat dua garis arah nivo yang harus saling sejajar.
c. Nivo tabung berkaki. Supaya nivo tabung dapat ditempatkan di atas suatu sumbu (garis) yang hanya keliatan kedu ujungnya, seperti pada sumbu kedua alat theodolit, karna di tengah sumbu itu ditempatkan teropong, maka nivo tabung pada kedua ujungnya di beri kaki dengan kaki mana nivo dapat ditempatkan di atas sumbu kedua itu.
d. Nivo tabung koinsidensi. Pada ala-alat ukur tanah modern digunakan nivo koinsidensi, pada nivo mana penentuan dari pada keadaan di tengah-tengah gelembung dilakukan dengan mengimpitkan kedua ujung dengan perantaraan suatu sistem prisma. Bila kedua ujung idak berimpit, maka gelembung nivo tidak letak di tengah-tengah. Gelembung nivo baru tepat di tengah-tengah, apabila kedua ujung gelembung dalam keadaan berimpit.

Nivo digunakan untuk mengarahkan berbagai instrumen survei yang berbeda sehubungan dengan arah gravitasi. Nivo tabung yang digunakan pada tilting level (dan juga pada dumpy level) untuk secara tepat mengorientasikan garis pandang horisontal sebelum membuat pembacaan jalon atau rambu. Nivo kotak juga digunakan pada tilting level , dan otomatis level untuk perataan cepat dan kasar dan selanjutnya diakhiri dengan tepat Prinsip-prinsip kedua jenis nivo sangat identik. Nivo tabung adalah tabung gelas yang diproduksi sehingga bagian dalam permukaan atasnya tepat dengan busur radius tertentu (lihat Gambar 4.10). Tabung ini disegel di kedua ujungnya, dan kecuali untuk gelembung udara kecil, itu diisi dengan cairan yang sensitif.



Gambar 1.6 Akurasi nivo tabung.



Gambar 1.7. Gambar kiri**,** Posisi yang benar pada nivo tabung, dan gambar kanan posisi yang salah karena deviasi dari gelembung.

Gambar 1.7 mengilustrasikan keakuratan tipe nivo tabung yang digunakan tepat pada alat. Sebuah prisma membagi citra gelembung dan membuat

kedua ujung terlihat secara bersamaan. Membawa dua ujung bersama untuk membentuk gelembung pusat. Pengaturan ini dilakukan untuk memungkinkan gelembung berpusat secara akurat.

TIPE ALAT UKUR SIPAT DATAR

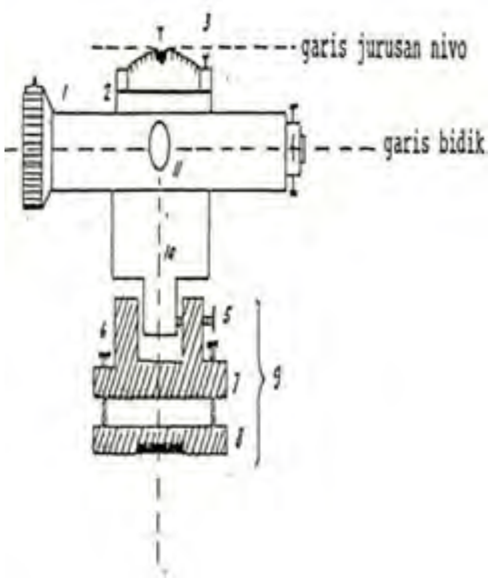
Tipe alat ukur sipat datar dibedakan menjadi :

1. Dumpy level (tipe Kekar)

Pada tipe ini sumbu tegak menjadi satu dengan teropong. Semua bagian pada alat sipat datar tipe kekar adalah tetap. Nivo tabung berada di atas teropong, teropong hanya dapat digeser dengan sumbu kesatu sebagai sumbu putar.



Gambar 1.8. Waterpass Dumpy Level



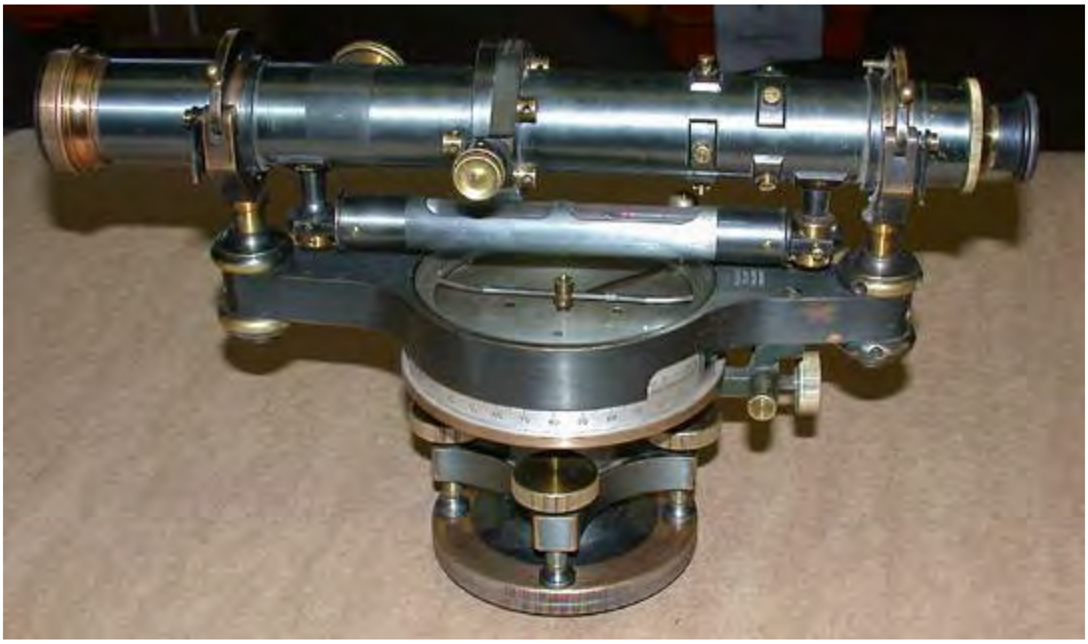
Gambar.1.9. Bagian – bagian Waterpas Tipe Dumpy Level

Dimana :

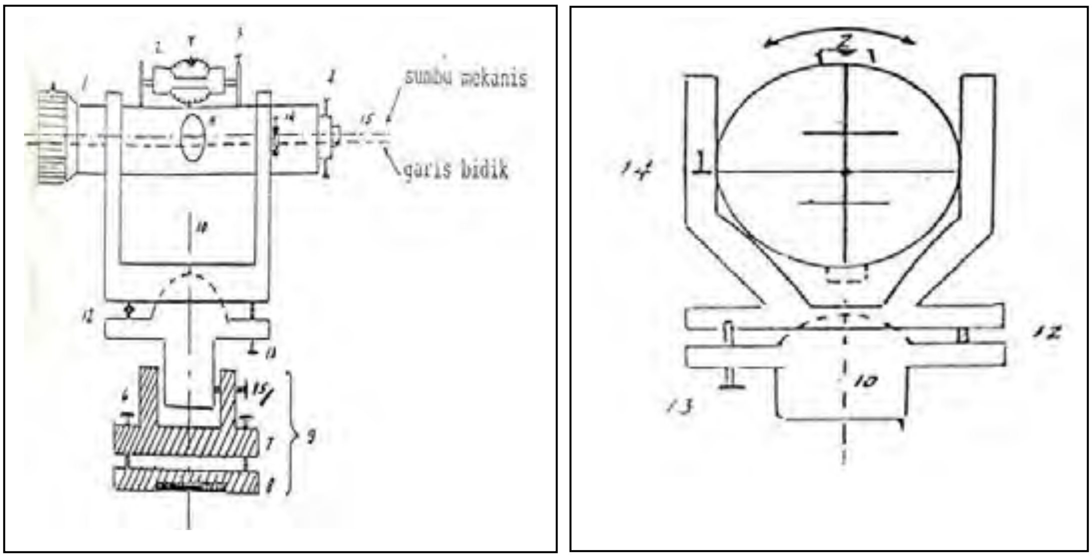
1. Teropong
2. Nivo Tabung
3. Pengatur Nivo
4. Pengatur Diafragma
5. Kunci Horisontal
6. Skrup Kiap
7. Tribach
8. Trivet
9. Kiap (Levelling Head)
10. Sumbu ke-1
11. Tombol Fokus

2. Reversible Level (tipe wye)

Tipe ini teropongnya dapat diputar pada sumbu mekanis dan disangga oleh bagian tengah yang mempunyai sumbu tegak. Pada alat ini teropongnya dapat diputar pada sumbu mekanis dan disangga oleh bagian tengah yang mempunyai sumbu tegak. Di samping itu teropong dapat diungkit dengan skrup (no 13) sehingga garis bidik dapat mengarah ke atas, ke bawah, maupun mendatar. Sumbu mekanis, disamping sebagai sumbu puitar teropong merupakan garis penolong untuk membuat garis bidik sejajar dengan dua garis jurusan nivo reversi.



Gambar 1.10. Wye level



Gambar 1.11. bagian – bagian dari Wye level

Dimana :

1. Teropong
2. Nivo Reversi
3. Pengatur Nivo
4. Pengatur Diafragma

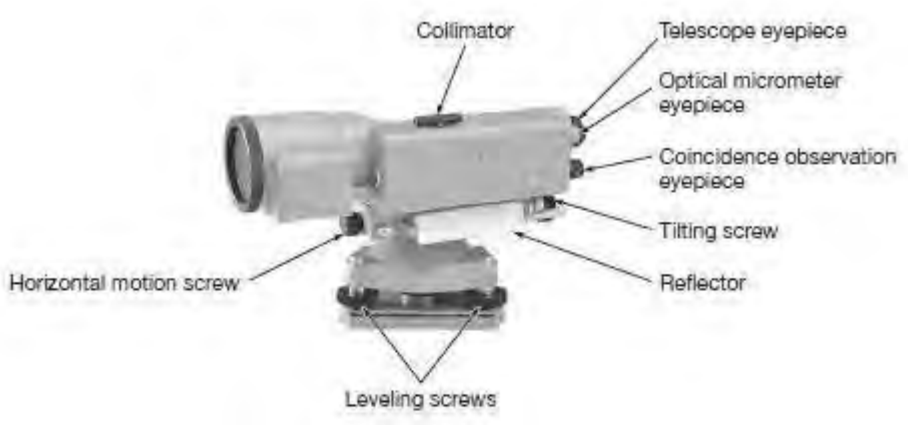
9. Kiap
10. Sumbu ke-1
11. Tombol Fokus
12. Pegas

5. Skrup Pengunci Horisontal
6. Skrup Kiap
7. Tribach
8. Trivet

13. Skrup Pengungkit Teropong
14. Skrup pemutar Teropong
15. Sumbu Mekanis

3. Tilting Level (Tipe Jungkit)

Tilting level digunakan dihampir semua pekerjaan yang teliti. Bagian-bagian dari instrument ini dapat dilihat pada Gambar 1.12 , Perataan perkiraan cepat dicapai dengan perataan menggunakan nivo kotak dan tilting screw . Pada beberapa tilting level memungkinkan kepala akan miring dan cepat terkunci. Tingkat yang tepat dalam persiapan untuk pembacaan teleskop dilakukan dengan hati-hati saat gelembung terpusat . Hal ini dilakukan untuk masing-masing mata , setelah tertuju pada jalon, dengan memiringkan atau memutar teleskop sedikit di arah vertikal. Sebuah sekrup mikrometer di bawah lensa mata mengontrol gerakan ini. Fitur miring menghemat waktu dan meningkatkan akurasi, karena hanya satu sekrup perlu dimanipulasi untuk menjaga garis pandang horisontal teleskop saat berpaling pada sumbu vertikal . Gelembung teleskop dilihat melalui sistem prisma dari posisi normal pengamat dibelakang lensa mata . Sebuah prisma pengaturan membagi gambar gelembung menjadi dua bagian . Berpusat gelembung tersebut dilakukan dengan membuat gambar dari kedua ujung bertepatan , seperti pada Gambar 4.11 . Tingkat miring ditunjukkan pada Gambar 4.13 memiliki kepala leveling tiga sekrup , pembesaran , dan sensitivitas botol tingkat yang sama dengan 10”/2 mm



Gambar 1.12. bagian bagian utama dari tilting level.

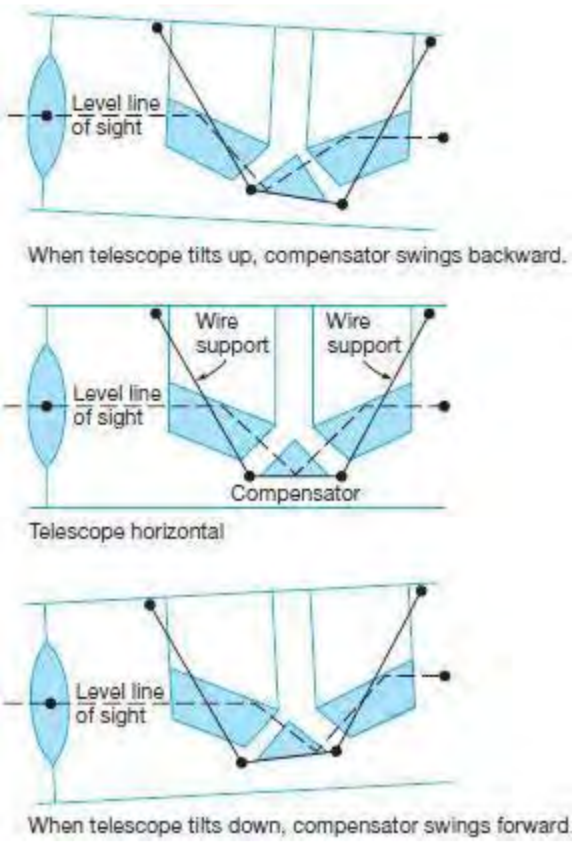
4. Automatic Level

Automatic Level dari jenis yang digambarkan dalam Gambar 1.13 menggabungkan fitur self - leveling. Sebagian besar instrumen ini memiliki perataan pada tiga sekrup utama, yang digunakan agar gelembung tepat terpusat ditengah nivo kotak, Setelah gelembung pada nivo kotak terpusat , sebuah kompensator otomatis mengambil alih , tingkat garis pandang , dan tingkat penyimpanan. Prinsip operasi dari satu jenis kompensator otomatis yang digunakan dalam otomatis tingkat secara skematis diperlihatkan pada Gambar 1.15 .



Gambar… Automatic level dengan micrometer

Sistem ini terdiri dari prisma diskors dari kabel untuk membuat pendulum . Panjang kawat , lokasi dukungan, dan sifat prisma yang sedemikian rupa sehingga hanya sinar horisontal yang mencapai persimpangan dari garis bidik . Dengan demikian , garis horizontal dari pandangan dicapai meskipun teleskop sendiri mungkin sedikit miring dari garis horisontal . Perangkat redaman mempersingkat waktu untuk pendulum dalam bergerak higga diam, sehingga operator tidak harus menunggu .Tingkat otomatis telah menjadi populer untuk penggunaan umum karena kemudahan dan kecepatan operasi mereka . Beberapa cukup tepat untuk orde kedua dan bahkan orde pertama bekerja jika mikrometer pelat sejajar terpasang ke teleskop depan sebagai aksesori , seperti dengan alat yang ditunjukkan pada Gambar 1.14 . ketika plat mikrometer miring , garis pandang adalah pengungsi sejajar dengan dirinya sendiri , dan desimal bagian batang dapat dibaca dengan transparan.



Gambar 1.15 Kompensasi self-leveling level.

Dalam kondisi tertentu, perangkat redaman dari suatu kompensator tingkat otomatis dapat menempel. Untuk memeriksa, dengan instrumen diratakan dan terfokus, membaca batang diadakan pada titik stabil, ringan tekan instrumen, dan setelah itu bergetar, menentukan apakah bacaan yang sama diperoleh. Juga, beberapa kompensator unik masalah, seperti tegangan sisa di link yang fleksibel , dapat memperkenalkan sistematis kesalahan jika tidak diperbaiki oleh rutin pengamatan yang sesuai pada orde pertama kerja . Masalah lain adalah bahwa beberapa kompensator otomatis dipengaruhi oleh medan magnet, yang mengakibatkan kesalahan sistematis dalam pembacaan jalon atau rambu. Ukuran dari kesalahan yang azimuth - dependent, maksimum untuk jalur berjalan utara dan selatan, dan bisa melebihi 1 mm / km. Oleh karena itu, perhatian untuk kontrol high-order meratakan saja.

Pada tipe ini sumbu tegak dan teropong dihubungkan dengan engsel dan skrup pengungkit.Berbeda dengan tipe reversi, pada tipe ini teropong dapat diungkit dengan skrup pengungkit.

Dimana :

1. Teropong
2. Nivo Tabung
3. Pengatur Nivo
4. Pengatur Diafragma
5. Skrup Pengunci Horisontal
6. Skrup Kiap
7. Tribach
8. Trivet
9. Kiap
10. Sumbu ke-1
11. Tombol Fokus
12. Pegas
13. Pengungkit teropong

Tipe ini sama dengan tipe kekar, hanya di dalam teropongnya terdapat alat yang disebut kompensator untuk membuat agar garis bidik mendatar. Berbeda dengan 3 tipe sebelumnya, pada type otomatik ini tidak terdapat nivo tabung untuk mendatarkan garis bidik sebagai penggantinya di dalam

teropong dipasang alat yang dinamakan kompensator. Bila benang silang diafragma telah diatur dengan baik, sinar mendatar dan masuk melalui pusat objektif akan selalu jatuh depat di titik potong benang silang diafragma, walaupun teropong miring (sedikit). Dengan demikian, dengan dipasangnya kompensator antara lensa objektif dan diafragma garis bidik menjadi mendatar. Walaupun demikian type otomatik mempunyai kekurangan yaitu mudah dipengaruhi getaran, karena sebagai kompensatornya dipergunakan sistim pendulum.

5. Digital level

Jenis terbaru dari automatic level, tingkat digital elektronik, digambarkan dalam Gambar 1.16 (a). Hal ini diklasifikasikan dalam kategori otomatis karena menggunakan pendulum kompensator untuk tingkat itu sendiri, setelah operator menyelesaikan perataan kasar dengan gelembung terpusat. pada teleskop dan sumbu, instrumen bisa digunakan untuk mendapatkan pembacaan secara manual, seperti salah satu tingkat otomatis. Namun, instrumen ini dirancang untuk beroperasi dengan menggunakan pengolahan citra eletronik digital. Setelah meratakan instrumen, teleskop yang diputar menuju khusus rambu bar-code [Gambar 1.16 (b)] dan fokus. Pada saat menekan sebuah tombol, citra bar code di lapangan ditangkap teleskop dan diproses. Pengolahan ini terdiri dari komputer onboard dengan membandingkan gambar yang diambil ke seluruh pola rambu tersebut, yang disimpan dalam memory. Saat kecocokan ditemukan, yang memakan waktu sekitar 4 detik, pembacaan batang ditampilkan secara digital. Hal ini dapat dicatat secara manual atau secara otomatis disimpan dalam instrumen pengumpul data. Panjang jalon atau rambu muncul dalam bidang pandang teleskop adalah fungsi jarak dari jalon. Selanjutnya, sebagai bagian dari pengolahan citra, instrumen juga dapat secara otomatis menghitung panjang pandangan, fitur yang mudah digunakan untuk menyeimbangkan backsight dan ketepatan jarak (lihat Bagian 5.4).





Gambar… (a) Electronic digital level dan (b) rambu yang digunakannnya.

Instrumen jangkauan maksimum sekitar 100 m, dan akurasi dalam pembacaan jalon atau rambu adalah ± 0.5 mm. Batang bar-kode dapat diperoleh dengan satuan Inggris atau metrik di sisi berlawanan bar code. Bagian sisi batang dapat digunakan oleh operator secara manual untuk membaca batang dalam situasi yang instrumen tidak bisa membaca dari bar code.

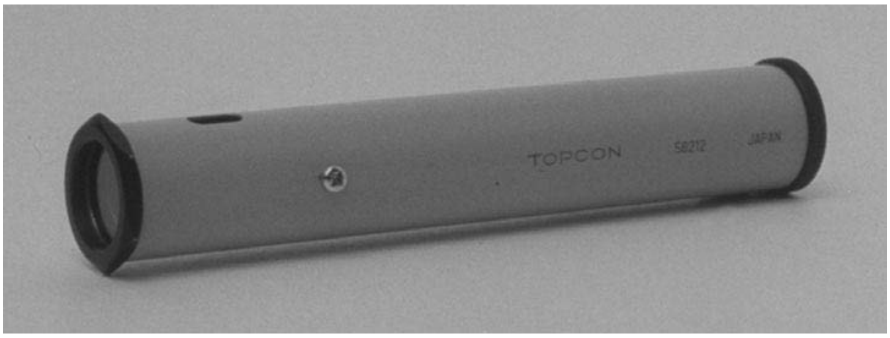
Tripod

Leveling instrumen, apakah miring, otomatis, atau digital, semua dipasang pada tripods.A tripod kokoh dalam kondisi yang baik sangat penting untuk mendapatkan hasil yang akurat. Beberapa jenis yang tersedia. Kaki terbuat dari kayu atau logam, mungkin sudah ditetapkan atau disesuaikan panjang, dan model padat atau split.All yang bersepatu dengan kerucut logam poin dan berengsel di bagian atas, di mana mereka terhubung ke kepala logam. sebuah adjustableleg tripod adalah menguntungkan untuk pembuatan di medan kasar atau di toko, namun jenisnya dengan kaki panjang tetap

mungkin sedikit lebih rigid.The Model split-kaki lebih ringan dibandingkan dengan jenis padat, tapi kurang kasar

HAND leveler

Tingkat tangan (Gambar 1.17) adalah alat genggam yang digunakan pada pekerjaan presisi yang rendah atau untuk melakukan pemeriksaan cepat pada pekerjaan yang lebih tepat . Ini terdiri dari sebuah tabung kuningan dengan panjang sekitar 6 inci, memiliki tujuan yang kaca polos dan peep - sight lensa mata . Sebuah botol kecil dipasang di atas tingkat slot dalam tabung dilihat melalui lensa mata melalui prisma atau 45 ° sudut mirror. Sebuah garis horizontal meluas di pusat tabung . Prisma atau cermin menempati hanya satu setengah dari tabung , dan bagian lainnya adalah terbuka untuk memberikan pandangan yang jelas melalui lensa objektif . Dengan demikian batang menjadi terlihat dan gambar tercermin dari gelembung yang terlihat di samping satu sama lain dengan salib garis horizontal ditumpangkan . Instrumen ini dipakai di satu tangan dan perataan dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan lensa obyektif sampai garis silang membagi dua gelembung . Instrumen ini sangat berharga dalam melakukan pemeriksaan lokasi yang diusulkan dengan cepat untuk perataan.



Gambar….. Hand level.

PENGUJIAN DAN MENGATUR LEVELLER

Dengan penggunaan normal dari pemakai, semua instrumen perataan

kemungkinan pengaturannya akan menjadi sulit dari waktu ke waktu. Kebutuhan beberapa pengaturan agar dapat melihat objek selama digunakan, misalnya, Nivo tabung pada tilting level. Orang lain mungkin tidak begitu jelas, dan oleh karena itu penting bahwa instrumen diperiksa secara berkala untuk menentukan kelayakan instrument. Jika tes menunjukkan kondisi yang harus disesuaikan, tergantung pada instrumen tertentu, dan pengetahuan dan pengalaman operator, beberapa atau semua pengaturan dapat dilakukan secara langsung di lapangan. Namun, jika bagian-bagian yang memerlukan pengaturan tidak mudah diakses, atau jika operator tidak berpengalaman dalam membuat pengaturan, yang terbaik adalah untuk mengirim instrumen ke tempat kalibrasi untuk pengaturan oleh teknisi yang memenuhi syarat.

Persyaratan untuk Pengujian dan Menyesuaikan Instrumen

Sebelum pengujian dan pengaturan instrumen , perawatan harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap baik atau tidaknya pengaturan sebenarnya disebabkan oleh kondisi instrumen dan bukan oleh kekurangan tes . Untuk menguji dan mengatur instrument peraatan dilapangan, beberapa aturan ini harus diikuti :

1. Pilih medan yang memungkinkan setup penuh di daerah yang memungkinkan mendapatkan pemandangan yang luas, sedikitnya 200 ft harus dibuat dalam arah yang berlawanan .

2 . Lakukan pengaturan ketika kondisi cuaca dalam keadaan baik, sebaiknya pada hari berawan bebas dari gelombang panas . Tidak terlihat garis harus melewati alternatif matahari dan bayangan , atau diarahkan ke matahari .

3 . Tempatkan instrumen di tempat teduh , atau dilindungi dari sinar matahari langsung.

4 . Pastikan kaki tripod menancap kuat dan instrumen yang mengacaukan ke tripod tegas . Sebarkan kaki tripod dengan baik sehingga posisi plat tripod mendekati datar . Tekan kaki tripod ke dalam tanah dengan kuat. Standar metode dan urutan yang ditentukan harus diikuti dalam menyetel atau

mengatur instrumen survei . Melonggarkan atau mengencangkan mur pengaturan dengan tepat dan sekrup dengan alat khusus dan pin mencapai posisi yang benar. pemeriksaan terakhir dari semua pengaturan harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua telah selesai dengan benar .

Penyesuaian Parallax

Pengaturan paralaks ini sangat penting, dan harus diingat sama sekali kali ketika menggunakan alat leveling, tetapi terutama selama pengujian dan proses pengaturan. Pengaturan dilakukan dengan hati-hati untuk fokus lensa obyektif dan lensa mata sehingga garis silang yang ditampilkan jelas, dan agar garis bidik tidak muncul untuk bergerak terhadap objek latar belakang ketika mata digeser sedikit dalam posisi saat melihat melalui mata.

Pengujian dan pengaturan Nivo

Untuk instrumen leveling yang menggunakan nivo tabung, sumbu nuvo harus tegak lurus terhadap sumbu vertikal dari instrumen (sumbu tentang yang instrumen berputar di azimuth). Kemudian setelah gelembung ini terpusat, instrumen dapat diubah untuk sumbu vertikal pada setiap azimuth dan gelembung akan tetap berpusat. Berpusat gelembung dan bergulir teleskop 180 ° sekitar sumbu vertikal dapat dengan cepat memeriksa kondisi ini. Jarak gelembung bergerak dari posisi sentral dua kali kesalahan. Untuk memperbaiki ketidakmampuan menyesuaikan diri apapun, putar kacang penggulung di salah satu ujung botol tingkat untuk memindahkan gelembung setengah jalan kembali ke posisi terpusat. Tingkat instrumen menggunakan meratakan sekrup. Ulangi tes sampai gelembung tetap berpusat pada lengkap revolusi teleskop.

Pengaturan Awal Horizontal Crosshair

Meskipun praktik yang baik untuk selalu melihat objek di tengah salib, jika hal ini tidak dilakukan dan crosshair horisontal tidak benar-benar horisontal ketika instrumen diratakan, kesalahan akan terjadi. Untuk menguji kondisi ini, sight tajam titik didefinisikan dengan salah satu ujung crosshair horisontal. Hidupkan teleskop perlahan-lahan pada sumbu vertikal sehingga bergerak crosshair di seluruh titik. Jika crosshair tidak tetap pada titik untuk panjang penuh, itu adalah keluar dari pengaturan. Untuk memperbaiki ketidakmampuan menyesuaikan diri apapun, kendurkan keempat baut penggulung memegang reticle. Putar reticle dalam tabung teleskop sampai rambut horisontal tetap pada titik sebagai teleskop dihidupkan. Sekrup maka harus hati-hati diperketat posisi akhir mereka.

Pengujian dan Mengatur Garis Bidik

Untuk tingkat miring , dijelaskan pada Bagian 4.9 , ketika gelembung vial tingkat berpusat , garis pandang harus horisontal . Dengan kata lain, untuk jenis instrumen berada dalam pengaturan yang sempurna , sumbu dari botol level dan garis pandang harus sejajar . Jika mereka tidak , kesalahan collimation ada. setelah meratakan kasar dengan memusatkan gelembung melingkar , kompensator otomatis harus menetapkan garis horizontal terlihat jika berada dalam pengaturan yang tepat . Jika tidak , kompensator adalah keluar dari pengaturan , dan lagi kesalahan collimation ada. Kesalahan collimation tidak akan menyebabkan kesalahan dalam diferensial meratakan selama backsight dan kejelian jarak yang seimbang . Namun, akan menyebabkan kesalahan ketika backsights dan foresights tidak seimbang , yang kadang-kadang terjadi pada leveling diferensial, dan tidak dapat dihindari dalam profil meratakan (lihat Bagian 5.9) , dan mengintai konstruksi (lihat Bab 23) . Salah satu metode pengujian tingkat kesalahan collimation adalah untuk mengintai empat poin spasi sama , masing-masing sekitar 100 ft tanah terpisah pada sekitar tingkat sebagai ditunjukkan pada Gambar 4.19

Tingkat ini kemudian mendirikan pada titik 1 , diratakan , dan pembacaan batang di A , B dan pada diambil . Selanjutnya instrumen tersebut akan dipindahkan ke titik 2 dan releveled . Bacaan di A , B dan di kemudian diambil . Seperti diilustrasikan dalam gambar , berasumsi bahwa kesalahan collimation ada dalam pembacaan batang dari dua pendek pemandangan . Kemudian kesalahan yang disebabkan oleh sumber ini akan dalam pemandangan lagi karena panjangnya adalah dua kali lipat dari ones.Whether pendek atau tidak ada kesalahan collimation , perbedaan antara pembacaan batang pada 1 harus sama dengan perbedaan dari kedua bacaan di 2.

Membaca dikoreksi untuk batang tingkat pada titik A sedangkan instrumen masih Setup pada titik 2 harus Jika pengaturan diperlukan , itu dilakukan oleh melonggarkan bagian atas (atau bawah) sekrup memegang reticle , dan mengencangkan bagian bawah (atau atas) sekrup untuk memindahkan rambut horisontal atas atau ke bawah sampai diperlukan membaca diperoleh pada batang pada A. Hal ini akan mengubah orientasi garis sight . Beberapa percobaan mungkin diperlukan untuk mencapai pengaturan yang tepat . Jika reticle adalah tidak dapat diakses , atau operator yang tidak memenuhi syarat , maka instrumen harus dilayani oleh teknisi yang memenuhi syarat . Sebagaimana dibahas dalam Bagian 19.13 , dianjurkan bahwa instrumen tingkat diuji sebelum proses pengamatan saat melakukan diferensial tepat leveling.A koreksi untuk kesalahan dalam garis pandang ini kemudian diterapkan pada semua bidang pengamatan dengan menggunakan jarak penglihatan diperoleh dengan membaca kabel stadia . Kesalahan dalam garis pandang yang dinyatakan dalam per satuan jarak pandang . Misalnya, kesalahan collimation C adalah unitless dan dinyatakan sebagai 0,00005 ft / ft atau 0,00005 m / m . Menggunakan jarak penglihatan yang diperoleh dalam proses meratakan kesalahan ini dapat secara matematis eliminated.However , untuk pekerjaan meratakan paling umum , kesalahan ini dihilangkan dengan hanya menjaga plus minus dan jarak penglihatan kira-kira sama antara tolok ukur .

BAB 2.
METODE PENGUKURAN POSISI VERTIKAL

PENDAHULUAN

Pada Bab sebelumnya telah dibahas teori dasar leveling, secara singkat menggambarkan yang berbeda prosedur yang digunakan dalam menentukan ketinggian, dan menunjukkan contoh dari sebagian besar jenis meratakan equipment.This bab berkonsentrasi pada diferensial meratakan dan membahas penanganan peralatan, berlari dan menyesuaikan loop meratakan sederhana, dan melakukan beberapa survei proyek untuk memperoleh data untuk lapangan dan kantor digunakan. Beberapa variasi khusus leveling diferensial, berguna atau diperlukan dalam situasi tertentu, disajikan. Profil leveling, untuk menentukan konfigurasi dari permukaan tanah bersama beberapa garis referensi yang ditetapkan, dijelaskan dalam Bagian 5.9. akhirnya, kesalahan dalam leveling dibahas. Prosedur leveling untuk konstruksi dan lainnya survei, bersama dengan orang-orang yang lebih

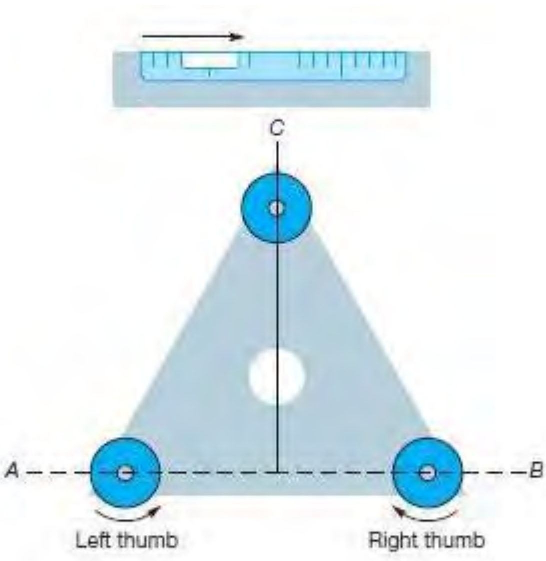
tinggi untuk membentuk vertikal nasional kontrol jaringan, akan dibahas dalam bab-bab selanjutnya.

MEMBAWA DAN PENGATURAN UP SEBUAH LEVEL

Cara paling aman untuk mengangkut alat meratakan dalam kendaraan adalah untuk meninggalkannya di kontainer. Kasus ini tertutup dengan baik hanya pada saat instrumen tersebut diatur dengan benar dalam tingkat supports.A empuk harus dihapus dari wadah dengan mengangkat dari dasar, tidak dengan memegang kepala telescope.The harus kacau pas pada tripod. Jika kepala terlalu longgar, instrumen yang tidak stabil, jika terlalu ketat, mungkin "Membeku." Setelah instrumen yang dikeluarkan dari wadah, wadah harus sekali lagi ditutup untuk mencegah kotoran dan kelembaban masuk itu. Kaki tripod harus diperketat dengan benar. Jika masing-masing kaki jatuh perlahan nya beratnya sendiri setelah ditempatkan dalam posisi horizontal, itu disesuaikan dengan benar. Menjepit mereka terlalu erat strain piring dan sekrup. Jika kaki yang longgar, setup tidak stabil menghasilkan.

Kecuali untuk beberapa instrumen yang menggunakan pengaturan bola - dan - socket , semua tingkatan modern menggunakan kepala leveling tiga sekrup untuk meratakan kasar awal . catatan bahwa masing-masing tingkat digambarkan dalam Bab 4 (lihat Gambar 4.9 , 4.13 , 4.14 , dan 4.16) memiliki jenis pengaturan . Dalam meratakan kepala tiga sekrup , teleskop ini diputar sampai lebih dari dua sekrup sebagai arah AB dari Gambar 5.1 . menggunakan ibu jari dan jari pertama dari setiap tangan untuk menyesuaikan secara simultan sekrup berlawanan sekitar Pusat gelembung Prosedur ini diulangi dengan teleskop diputar 90 ° sehingga sudah berakhir C , sisa tunggal screw.Time yang terbuang dengan memusatkan gelembung tepatnya pada percobaan pertama , karena dapat terlempar selama lintas leveling . Bekerja dengan sekrup yang sama berturut-turut sekitar tiga kali harus menyelesaikan pekerjaan . Sebuah aturan sederhana namun berguna dalam berpusat gelembung , diilustrasikan pada Gambar 5.1 , adalah : A gelembung mengikuti ibu jari kiri saat memutar screws.A gelembung

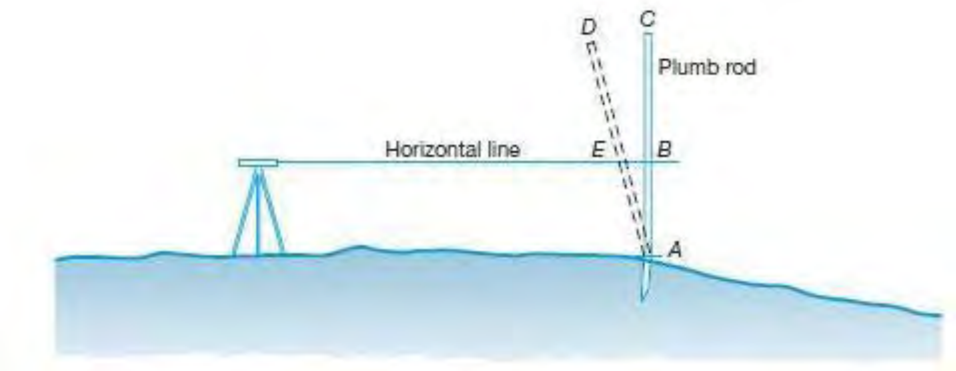
melingkar berpusat dengan bergantian memutar satu sekrup dan kemudian yang lain two.The teleskop tidak perlu diputar selama proses tersebut. Hal ini umumnya tidak perlu untuk mengatur tingkat atas setiap point.Therefore tertentu itu dapat dimaafkan untuk memiliki pelat dasar buruk dari tingkat sebelum menggunakan meratakan sekrup . Pada setup sidehill , menempatkan satu kaki di sisi menanjak dan dua di kemiringan menurun memudahkan masalah. Pada lereng sangat curam , beberapa operator instrumen memilih dua kaki menanjak dan menurun satu untuk stability.The paling nyaman tinggi setup adalah salah satu yang memungkinkan pengamat untuk melihat melalui teleskop tanpa membungkuk atau peregangan . Operator instrumen berpengalaman menjalankan tingkat atas atau bawah lereng bukit yang curam akan cenderung menemukan , setelah menyelesaikan proses leveling , bahwa teleskop adalah terlalu rendah untuk penampakan titik balik atas atau patokan . Untuk menghindari hal ini , tangan tingkat dapat digunakan untuk memeriksa ketinggian yang tepat dari setup sebelum meratakan instrumen tepat . Sebagai alternatif lain , instrumen dapat dengan cepat mengatur tanpa mencoba untuk tingkat itu dengan hati-hati . Kemudian batang yang terlihat memastikan gelembung agak kembali dari pusat . Jika terlihat untuk penempatan ini , itu jelas juga akan terlihat pada saat instrumen tersebut diratakan .



Gambar… Menggunakan ketiga screw untuk pengaturan pesawat.

Pengukuran batang Tegak Lurus

Sebuah batang tingkat harus dipegang tegak pada monumen benar atau titik balik untuk memberikan pembacaan yang benar. Pada Gambar 5.2, titik A berada di bawah garis pandang oleh jarak vertikal AB. Jika batang dimiringkan ke posisi AD, pembacaan keliru AE diperoleh. Hal ini dapat dilihat bahwa pembacaan terkecil yang mungkin, AB, adalah benar satu dan dijamin hanya ketika batang adalah tegak lurus. Tingkat batang dari jenis yang ditunjukkan pada Gambar 5.3 memastikan cepat dan tepat rod plumbing. Its L-bentuk dirancang agar sesuai dengan wajah belakang dan sisi batang, sedangkan gelembung sasaran banteng berpusat untuk plumb batang di kedua arah. Namun, jika tongkat tingkat tidak tersedia, salah satu dari prosedur berikut ini dapat digunakan untuk plumb batang.



Gambar..Mengukur batang dengan tegak lurus



Gambar… Nivo kotak

Melambaikan batang adalah salah satu prosedur yang dapat digunakan untuk memastikan bahwa batang adalah plumb ketika membaca diambil. Proses ini terdiri dari perlahan memiringkan bagian atas batang, pertama mungkin satu atau dua kaki terhadap instrumen dan kemudian hanya sedikit menjauh dari itu. Pengamat menyaksikan pembacaan meningkat dan menurun secara bergantian, dan kemudian memilih nilai minimum, yang benar. Pemula cenderung untuk mengayunkan batang terlalu cepat dan melalui terlalu lama busur. Kesalahan kecil dapat diperkenalkan dalam proses jika bawah batang sedang beristirahat di surface.A datar bulat-top monumen, paku baja, atau tepi tipis membuat patokan baik atau titik perantara untuk meratakan.

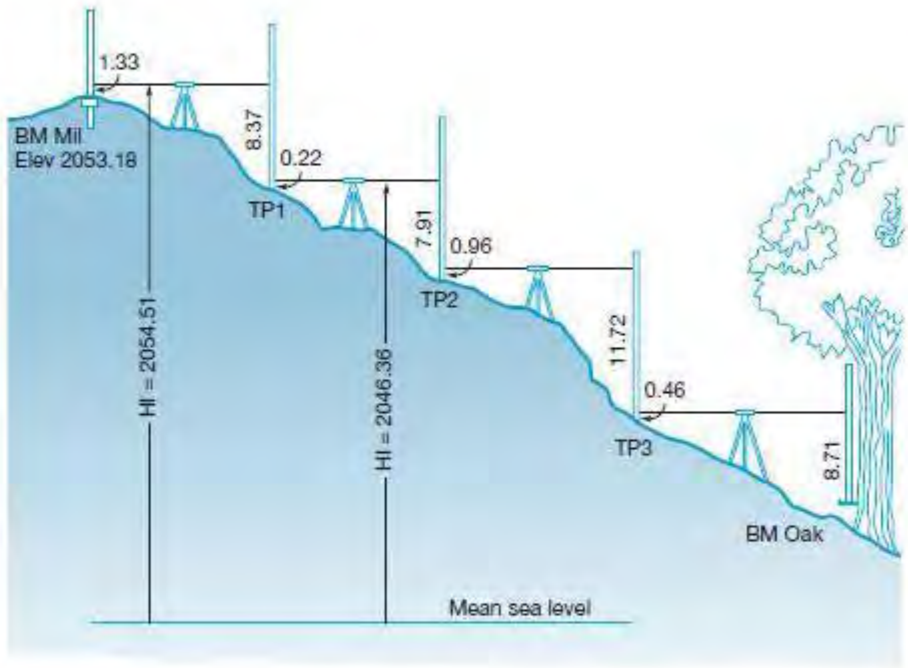
Pada hari masih batang dapat menyelami dengan membiarkannya menyeimbangkan berat sendiri sementara ringan didukung oleh ujung jari. Seorang pengamat akan memastikan batang adalah plumb dalam arah lateral dengan memeriksa kebetulan dengan kawat vertikal dan sinyal untuk pengaturan apapun yang diperlukan. Rodperson dapat menghemat waktu dengan penampakan sepanjang sisi batang untuk baris itu dengan tiang telepon, pohon, atau sisi bangunan. Pipa sepanjang garis menuju instrumen ini lebih sulit, tapi memegang batang terhadap jari kaki, perut, dan hidung

akan membawanya dekat dengan plumb a posisi. Sebuah bob plumb ditangguhkan samping batang juga dapat digunakan, dan dalam hal ini Prosedur batang disesuaikan dalam posisi sampai tepi sejajar dengan string.

DIFERENSIAL LEVELING

Gambar 5.4 mengilustrasikan prosedur diikuti dalam meratakan diferensial. Dalam gambar,ketinggian baru BM Oak adalah ditentukan oleh berasal sirkuit meratakan at didirikan BM Mil. Dalam menjalankan sirkuit ini, bacaan pertama, plus penglihatan, adalah diambil pada patokan yang ditetapkan. Dari itu, HI dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4.4). Kemudian pemandangan dikurangi diambil pada titik menengah pertama (disebut titik balik, dan diberi label TP1 pada gambar), dan oleh Persamaan (4.5) elevasi diperoleh. Proses mengambil ditambah pemandangan, diikuti dengan pemandangan dikurangi, adalah berulang-ulang sampai sirkuit selesai.

Seperti ditunjukkan dalam contoh Gambar dibawah empat setup instrumen yang diperlukan untuk menyelesaikan setengah dari sirkuit (rute dari BM Mil ke BM Oak).



Gambar Pengukuran leveling

Pengaturan alat

Dua buah syarat yang perlu di jawab dalam masalah kolimasi pada alat level ini adalah. Sumbu tegak benar benar tegak apabila gelembung nivo sudah di tengah –tengahnya, dan garis bidik harus sejajar dengn garis nivo yang benar tersebut.

➢ Sumbu tegak

1. Letakan sumbu teropong sejajar dengan dua buah sekrup penyetel, dan ketengahkan gelembung nivo dengan menggunakan kedua sekrup tersebut. Andaikan keslahan tersebut = e
2. Putarlah teropong 90º derajat, atau sumbu teropong berada diats sekrup penyetel ketiga, dan aturlah ketiga gelembung nivo tersebut dengan hanya menggunakan sekrup ketiga.
3. ulangi kedua langkah diatas sehingganivo tetap berada di tengah.
4. pada kedudukan pertama kesalaahn yang terdapat adalah = e, namun pada kedudukan kedua, dimana teropong diputar sebesar 180º derajat, maka kemiringan sumbu yang terjadi adalah sebesar 2e. Besaran 2e tersebut dapat dilihat dengan menggesernya gelembung nivo, misalnya sebesar n.
5. Kembalikan gelembung nivo kearh tengah dengan satu sekrup penyetel yang bersangkutan, yaitu sebesar n/2 bagian skala.
6. kembalikan gelembung nivo ke tengah, dengan menyetel sekrup tabungnivo, yaitu sebesar n/2 bagian skala sisinnya.
7. ulangi pekerjaan tersebut sehingga nivo berada di tengah tengah tabung nivo

Penyetelan Instrument Sifat Datar

a. Penyetelan instrumen sipat-datar wye

Pada instrumen sipat datar wye, adapun langkah-langkah penyetelan alat antara lain:

- ➢ Penyetelan agar baris kolimasi sejajar dengan garis-garis rangka teleskop : Membidikkan pada kertas putih yang dipasang sejauh 50 m

dengan teleskop di atas penyangga berbentuk Y dan di pusat benang silang pada kertas putih sebagai titik a. Kemudian memutar teleskop 180° mengitari sumbu teleskop dan membidik lagi kertas putih tersebut. Apabila pusat benang silang tidak berhimpit dengan titik a di atas, titik tersebut ditandai sebagai b dan disetel agar titik pusat benang silang jatuh tepat pada c titik tengah antara a dan b.

Penyetelan agar garis kolimasi sejajar dengan sumbu nivo tabung dari teleskop:

- Menempatkan gelembung pada nivo tabung di tengah-tengah dengan sekrup sekrup penyetel. Apabila gelembung bergerak ketika teleskop diputar kira-kira 30° pada sumbunya, maka dibuat dalam keadaan tidak bergerak dengan sekrup penyetel gelembung lateral.
- Mengangkat teleskop dari penyangga berbentuk Y dan menempatkan kembali dalam arah lainnya untuk memastikan apakah gelembung bergeser. Apabila masih juga bergeser, geserkan setengah penggeserannya ke belakang dengan sekruip penyetel gelembung vertikal dan setengah pergeseran ke belakang lainnya dengan sekrup-sekrup penyetel yang tersedia.

Penyetelan agar garis kolimasi tegak lurus sumbu vertikal :

- Setelah melakukan penyetelan-penyetelan pada (a) dan (b) di atas, maka diperlukan pengaturan selanjutnya, yaitu : Menempatkan gelembung di tengah-tengah dengan sekrup penyetel dan memutar teleskop 180° mengelilingi sumbu vertikal untuk mengecek pergeseran gelembung.

b. Penyetelan instrumen sipat-datar tabung

- Penyetelan agar sumbu nivo tegak lurus sumbu vertikal.
- Menempatkan gelembung ditengah-tengah dengan sekrup-sekrup penyetel dan putar teleskop 180° mengelilingi sumbu vertikal untuk mengecek apakah gelembung bergeser atau tidak.

- Apabila gelembung bergeser, maka dengan sekrup penyetel, gelembung ditempatkan pada setengah pergeseran ke belakang dan setengah pergeseran ke belakang lainnya dengan sekrup-sekrup penyetel lainnya.
- Penyetelan agar garis kolimasi sejajar dengan sumbu-nivo (pengatur patok)
- Menempatkan patok pada titiki A dan B satu dengan yang lainnya sejauh beberapa puluh sampai 100 meter, kemudian mengukur jarak Horizontalnya secara tepat dan akhirnya memasang lagi patok di C.
- Menempatkan instrumen sifat-datar di titik C dan membaca graduasi a_1 dan d_1 pada rambu yang dipegang pada titik a dan B , maka ($a_1 - b_1$) adalah Perbedaan tinggi titik A dan B tersebut.
- Kemudian memindah –tempatkan instrumen sifat-datar tersebut pada titik D sejauh 5 m dibelakang titik A atau titik B da selanjutnya membaca graduasi a_2 dan b_2 pada rambu yang dipegang pada titik A dan titik B.
- Apabila ($a_1 - b_1$) = ($a_2 - b_2$) maka penyetelan tidak diperlukan lagi. Akan tetapi apabila ($a_1 - b_1$) = ($a_2 - b_2$), maka diperlukan penyetelan benang silang sedemikin rupa sehingga dapat dilihat graduasi ($a_2 + X$) pada garis kolimasi instrumen sifat-datar yang telah ditempatkan pada titik d tersebut. Adapun $X = ((D + d)/d)e$, di mana $e = (b_2 - b_1) - (a_2 - a_1)$

c. Penyetelan instrumen sipat-datar ungkit.

Penyetelan hubungan antara nivo bundar dengan sumbu vertikal.

- Memasang skrup pengungkit pada posisi sentral dari perpindahan menyeluruh.
- Menempatkan gelembung pada posisi ditengah-tengah dengan skrup-skrup penyipat-datar.
- Memutar teleskop 180o mengelilingi sumbu vertikal untuk mengecek masalah.
- Memutar teleskop 90o mengelilingi sumbu vertikal untuk mengecek apakah gelembung masih bergeser.

Penyetelan agar garis kolimasi sejajar sumbu niveau

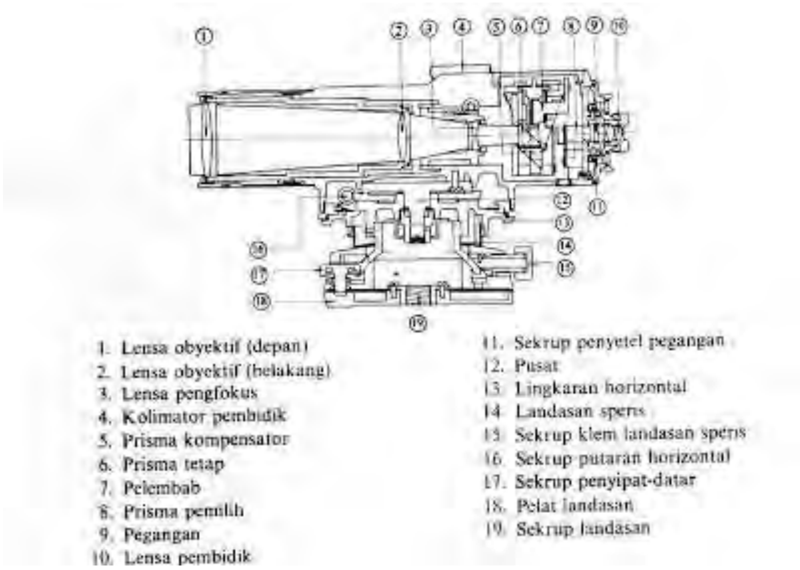
- Metode patok dapat digunakan sebagai halnya pada penyetelan instrumen sifat-datar tabung.
- Meskipun benang silang digeser untuk menyetel instrumen sifat-datar tabung, akan tetapi sekrup pengungkit harus disetel sedemikin rupa agar graduasi (a + x) pada rambu A dapat dibaca.



d. Penyetelan instrumen sipat-datar otomatis

Apabila sumbu vertikalnya dalam posisi dengan kemiringan yang terlalu besar, instrumen sifat-datar seperti ini tidak dapat berfungsi dengan baik dan ketelitiannya pun akan menurun, karenanya penyetelan niveau bundarnya haruslah sesempurna mungkin. Adapun caranya, yaitu:

- Mengadakan penyetelan-penyetelan yang seperti sudah diuraikan pada penyetelan sifat-datar ungkit, point a.
- Menyetel garis kolimasi seperti yang sudah diuraikan pada metode patok.

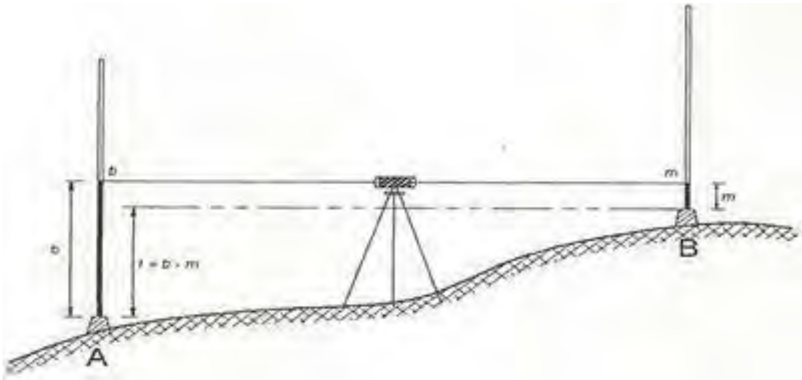


Penentuan Beda Tinggi Antar Dua Titik

Penentuan beda tinggi antara dua titik dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu ditinjau dari kedudukan atau penempatan alat ukur penyipat datar. Tiga cara ini dapat dipergunakan sesuai dengan kondisi di lapangan dan hasil pengukuran yang ingin diperoleh.

- Cara pertama, alat ukur berada di antara kedua titik.

Pada cara ini alat ukur ditempatkan antara titik A dan B, sedangkan masing-masing titik tersebut ditempatkan rambu ukur yang vertikal. Jarak dari alat ukur terhadap masing-masing rambu diusahakan berimbang atau ± sama. Sedangkan letak alat ukur tidaklah harus pada garis lurus yang menghubungkan titik A dan B. Cara ini merupakan dasar dalam pengukuran sipat datar memanjang

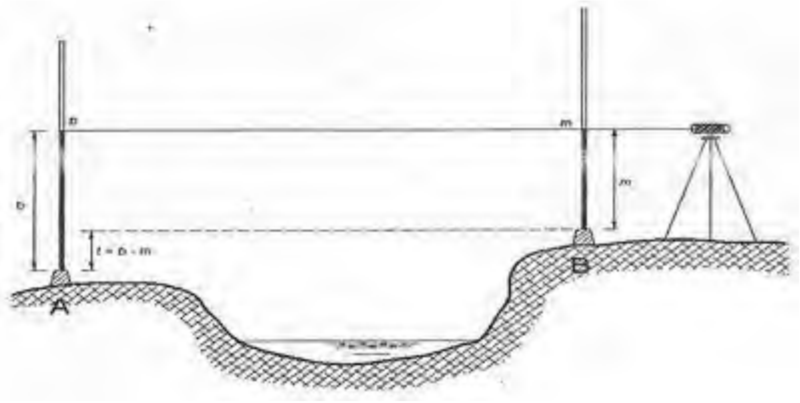


Gambar 2.6. Pengukuran beda tinggi di antara titik dengan alat penyipat datar

Dengan cara ini aturlah kedudukan alat agar memenuhi syarat melakukan pengukuran, kemudian arahkan garis ke rambu A sebagai bacaan *belakang (b)* dan ke rambu B sebagai bacaan *muka (m)*. Dalam hal ini selalu diingat, bahwa angka pembacaan pada rambu merupakan jarak yang dibatasi antara alas rambu terhadap garis bidik maka dapat dimengerti bahwa beda tinggi antara titik A dan B yaitu sebesar $t = b – m$.

- Cara kedua, alat ukur berada di luar kedua titik

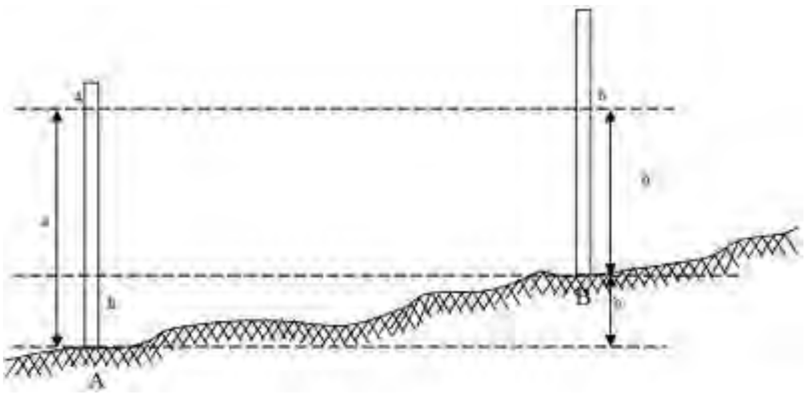
Cara yang kedua ini merupakan cara yang dapat dilakukan bilamana pengukuran beda tinggi antara kedua titik tidak memungkinkan dilakukan dengan cara yang pertama, disebabkan oleh kondisi di lapangan atau hasil pengukuran yang hendak dicapai. Pada cara ini alat ukur ditempatkan disebelah kiri atau kanan pada salah satu titik. Jadi alat tidak berada diantara kedua titik A dan B melainkan di luar garis A dan B melainkan di luar garis A dan B. Sedangkan pembacaan kedua rambu sama dengan cara yang pertama, hingga diperoleh beda tinggi antara kedua titik A dan B. Penentuan tinggi dengan cara ini umum dilakukan pada pengukuran sipat datar profil.



Gambar 2.7. Pengukuran Beda Tinggi di luar Titik dengan Alat Penyipat Datar

- Cara ketiga, alat ukur berada di atas salah satu dari kedua titik.

Pada cara ini, alat ukur ditempatkan di atas salah satu titik dari kedua titik yang diukur. Harus dipahami bahwa, penempatan alat di atas titik terlebih dahulu diketahui titik tersebut, sehingga kedudukan sumbu ke satu alat ukur segaris dengan titik tengah patok (Center). Dalam hal ini untuk menempatkan alat tepat di atas patok menggunakan alat tambahan yaitu *unting-unting.* Penggunaan cara yang ketiga ini umum dilakukan pada penyipat datar luas dan *Stake out*.



Gambar 2.8. Pengukuran Beda Tinggi di atas Titik dengan Alat Penyipat Datar

Seperti terlihat pada Gambar 2.8 tinggi *a* adalah *Tinggi Garis Bidik* yang diukur dengan rambu dari atas patok B terhadap titik tengah teropong. Untuk

memperoleh beda tinggi antara titik A dan B maka, arahkan teropong ke rambu lainnya yaitu rambu A dengan angka bacaan rambu sebesar *b.* Dengan demikian, beda tinggi titik A terhadap titik B adalah *t = b – a.*

Dari ketiga cara pengukuran beda tinggi di antara dua titik tersebut, sesuai dengan urutannya cara yang pertama merupakan cara yang paling teliti. Hal ini disebabkan alat berada diantara kedua rambu sehingga dapat saling memperkecil kesalahan yang disebabkan oleh tidak sejajarnya garis bidik dan garis nivo pada saat pengaturan kedudukan alat.

Cara kedua dan cara ketiga sering kali dipahami sebagai cara *Tinggi Garis Bidik* dan selanjutnya disingkat TGB. Dengan TGB sebagai garis acuan, maka dengan cepat dapat ditentukan ketinggian atau elevasi titik-titik di lapangan. Bila dicermati lebih mendalam cara kedua lebih teliti dibandingkan dengan cara ketiga, karena kasarnya prediksi terhadap titik tengah teropong menggunakan rambu.

Yang harus dipahami pada pengukuran beda tinggi antara dua titik ini ialah, *beda tinggi selalu diperoleh dari bacaan rambu belakan dan bacaan rambu muka.* Ditentukannya nama belakang dan muka pada rambu terkait dengan nama patok serta arah jalur pengukuran yang direncanakan. Bila *t* bernilai positif (+), maka titik muka *lebih tinggi* dari pada titik belakang, sedangkan sebaliknya bila *t* bernilai negatif (-), maka titik muka *lebih rendah* dari pada titik belakang.

Pengukuran Sipat Datar Memanjang

Seperti yang telah dijelaskan pada tiga cara pengukuran beda tinggi di atas, pengukuran sipat datar memanjang merupakan aplikasi dari salah satu cara tersebut, yaitu pengukuran beda tinggi di antara dua titik. Bila kedua titik A dan B tersebut letaknya berjauhan sehingga pembacaan rambu tidak terlihat dengan jelas dan menjadi kurang teliti, atau disebabkan kondisi

permukaan tanah yang mengakibatkan garis bidik titik memotong rambu karena rambu berada diatas atau dibawah alat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, seperti terlihat pada Gambar 2.12 maka jarak antara titik A dan titik B dibagi menjadi jarak-jarak yang kecil, sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan mudah dan baik. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan pada pelaksanaan pengukuran diantaranya yaitu;

- Pengukuran beda tinggi dalam 1 slag yaitu, pengukuran beda tinggi di antara dua posisi rambu *belakang (b)* dan rambu *muka (m)*
- Pembagian jarak antara posisi berdirinya alat ukur dengan masing-masing rambu yaitu maksimal 60 meter, dan usahakan pembagian jarak tersebut berimbang atau ± sama
- Dalam pengukuran, posisi alat tidak perlu segaris dengan kedua rambu ukur
- Dalam pengukuran sipat dasar memanjang, satu kali jalur pengukuran yang terdiri dari beberapa jumlah slag disebut 1 seksi (trayek) atau dari BM (Band Mark) ke BM
- Pengukuran 1 seksi harus memiliki jumlah slag yang genap agar tidak terjadi kesalahan dan mudah dalam pemberian koreksi
- Semua angka-angka pembacaan rambu harus dicatat dengan jelas ke dalam tabel pengukuran sehingga menjadi buku ukur. Dengan demikian harus disiapkan terlebih dahulu tabel pengukuran sipat datar memanjang
- Buatlah sketsa jalur pengukuran sipat memanjang dengan jelas dan mudah dimengerti

Adapun tahapan pengukuran yang harus dilakukan dengan cara ini adalah sebagai berikut; Tentukan jalur pengukuran dan letak titik-titik yang aka diukur. Buatlah jarak antar titik dibawah jarak maksimum antara alat dengan masing-masing rambu. Letakan rambu pada titik A sebagai rambu belakang dan letakan pula rambu pada titik 1 yang telah ditentukan sedemikian rupa sebelumnya sebagai rambu muka. Atur posisi alat P1 di

antara kedua rambu tersebut sehingga jarak antara alat dan rambu ± sama. Bidikan teropong ke arah rambu belakang dan bacalah skala rambu terhadap nilai Benang Tengah, Benang Atas dan Benang Bawah dengan garis diafragma. Catatlah hasil pembacaan rambu pada tabel pengukuran. Selanjutnya bidik teropong ke rambu muka dan baca serta catatlah pula skala rambu tersebut.

Setelah pengukuran rambu belakang dan muka pada posisi alat P1 terpenuhi, maka alat dapat dipindahkan ke posisi P2, dan harus diingat bahwa sebelum alat di letakan pada P2 rambu yang ada pada titik A dipindahkan ke titik 2 menjadi rambu muka, sedangkan rambu di titik 1 di putar perlahan mengarah ke P2 menjadi rambu belakang di titik 1. kemudian bidik teropong ke 1 sebagai rambu belakang, baca dan catat skala rambu selanjutnya bidik dan arahkan teropong ke titik 2 sebagai bacaan rambu muka. Demikian berjalannya pengukuran hingga pada posisi terakhir saat berdiri dalam hal ini P6.

Pengukuran Sipat Datar Profil

Dengan data ukuran jarak dan perbedaan tinggi titik-titik diatas permukaan tanah dapat ditentukan irisan tegak dilapangan yang dinamakan *profil* atau biasa pula disebut *penampang*. Pada pekerjaan-pekerjaan rekayasa seperti perencanaan jalan raya, jalan kereta api, saluran irigasi, lapangan udara dll, sangat dibutuhkan bentuk profil atau tampang pada arah tertentu untuk perencanaan kemiringan sumbu proyek, maupun hitungan volume galian atau timbunan tanah dan lain-lain.

Pengukuran profil umumnya dibedakan atas profil memanjang searah dengan sumbu proyek dan profil melintang dengan arah memotong tegak lurus sumbu proyek pada interval jarak yang tertentu. *(Basuki, S. 2006)*

Prinsip pengukuran profil dilapangan adalah menggunakan cara TGB untuk mengukur ketinggian titik-titik pada jalur pengukuran dilapangan.

Profil Memanjang

Sekilas bila dilihat cara pengukuran profil memanjang hampir sama dengan pengukuran sipat datar memanjang akan tetapi terdapat perbedaan dari maksud dan pola dilapangan. Dengan cara TGB *khususnya cara kedua pada prinsip pengukuran beda tinggi antara kedua titik,* alat berada diluar jalur sumbu proyek maka hal yang harus diperhatikan pada saat pengukuran adalah:

1. Harus memiliki titik ikat atau BM dilapangan, dengan interval jarak antar titik yang umumnya dijumpai adalah 10, 15, 25, 50, 100 meter.
2. Harus tersedia tabel pengukuran dan sketsa pengukuran.
3. Dalam pengukuran cara TGB terdapat bacaan belakang, bacaan tengah dan bacaan muka, mengingat alat berada diluar garis sumbu proyek sehingga pada posisi satu kali alat berdiri banyak titik yang dapat diukur.
4. Rambu ditempatkan diatas patok sedangkan tinggi masing-masing patok harus diukur dari permukaan tanah.

Sebagai contoh pengukuran profil memanjang seperti terlihat pada gambar 2.13 berikut, terdapat satu titik ikat (BM) dan 10 titik detail. Angka bacaan rambu belakang pada BM merupakan nilai TGB untuk kedudukan alat P1, sedangkan angka bacaan rambu belakang pada titik 5 merupakan nilai TGB alat P2.

Titik 1, 2, 3, 4 merupakan bacaan tengah alat P1 dan titik 6, 7, 8, 9 bacaan tengah alat P2. Titik 5 merupakan titik simpul kedudukan alat P1 dan P2, sehingga terdapat bacaan belakang dan bacaan muka pada titik tersebut.



Gambar 2.13. Pengukuran Profil Memanjang

2.7.2. Profil Melintang

Arah profil melintang di setiap stasiun umumnya diambil tegak lurus terhadap sumbu proyek, sebagai dasar ketinggian di setiap profil adalah titik-titik stasiun yang telah diukur dari profil memanjang. Lebar profil tergantung dari kebutuhan dan tujuan proyek, namun pada umumnya batas lebar profil melintang ke kiri dan kanan dari garis sumbu proyek adalah 50 m – 100 m. *(Basuki, S. 2006)*

Pada daerah yang relatif datar, satu profil melintang mungkin dengan satu kali kedudukan alat. Namun pada daerah yang mempunyai topografi curam atau bergelombang tidak cukup dengan sekali berdiri alat, mungkin dua kali atau lebih.

Di atas gambar profil inilah digambarkan tampang atau irisan dari rencana proyek dan luasan yang terjadi antara permukaan tanah asli dengan tampang proyek merupakan luas tampang galian atau timbunan yang diperlukan atau dibuang. Dengan mengkombinasikan antara tampang memanjang dan melintang maka volume dari tubuh tanah yang ditimbun atau digali dapat dihitung.

Adapun cara pengukuran profil melintang dapat dilakukan dengan cara yang sama dengan profil memanjang, akan tetapi jarak antara titik-titik

detail dilapangan lebih pendek dan disesuaikan dengan maksud pengukuran tersebut.

Cara lainnya adalah dengan alat berada di atas titik perpotongan sumbu proyek. Perbedaan dengan cara profil memanjang adalah tiap alat berdiri pada suatu patok harus diukur ketinggiannya dari atas patok dan ketinggian patok diukur dari permukaan tanah. Keuntungan cara ini yaitu;

- Irisan tanah akan tergambar dengan jelas
- Tegak lurus garis sumbu proyek sehingga dapat digambar secara planimetris

Gambar 2.14. Pengukuran Profil Melintang

2.8. Pengukuran Sipat Datar Luas

Pengukuran sipat datar luas adalah merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mendapatkan relief permukaan tanah pada wilayah yang cukup luas. Gambaran lekukkan permukaan tanah tersebut dibutuhkan untuk merencanakan pondasi bangunan, pekerjaan pertanian dan perkebunan. Untuk menggambarkan lekukan permukaan tanah digunakan garis garis tinggi. Garis tinggi tersebut terbentuk dari titik-titik yang memiliki ketinggian sama.

Untuk dapat melukiskan garis-garis tinggi dengan teliti pada suatu wilayah, maka haruslah diketahui sebanyak mungkin ketinggian titik titik pada seluruh wilayah yang di ukur tersebut.

Agar pengukuran dapat berjalan dengan mudah, cepat dan teliti maka perlu di lakukan pengamatan di lapangan guna penentuan cara pengukuran dan letak kedudukan alat. Prinsip pengukuran yang di gunakan pada pengukuran sipat datar luas ini adalah cara tinggi garis bidik (TGB) adapun cara pengukuran yang bisa dilakukan adalah sebagai berikut:

- Cara polar / radial, jika keadaan wilayah yang diukur merupakan pemukiman sehingga jangkawan pengamatan menjadi terbatas.
- Cara grid, jika keadaan wilayah yang di ukur tersebut terbuka atau kosong yaitu membagi wilayah tersebut dalam kotak-kotak sehingga letak titik-titik teratur.

Ketelitian Pengukuran Sipat Datar

Untuk menentukan baik buruknya pengukuran menyipat datar, sehingga pengukuran harus diulang / tidak, maka akan ditentukan batas harga kesalahan terbesar yang masih dapat diterima.

Bila pengukuran dilakukan pulang pergi, maka selisih hasil pengukuran pulang pergi tidak boleh lebih besar dari pada:

$k_1 = \pm (2,0 \sqrt{S_{km}})$ mm untuk pengukuran tingkat pertama (First Order Levelling)

$k_2 = \pm (3,0 \sqrt{S_{km}})$ mm untuk pengukuran tingkat kedua (Second Order Levelling)

$k_3 = \pm (4,0 \sqrt{S_{km}})$ mm untuk pengukuran tingkat ketiga (Third Order Levelling)

Untuk pengukuran menyipat datar yang diikat oleh dua titik yang telah diketahui tingginya sebagai titik-titik ujung pengukuran, maka beda tinggi yang didapat dari tinggi titik-titik ujung tertentu itu tidak boleh mempunyai selisih lebih besar dari pada:

$k_1 = \pm (2,0 \pm 2,0 \sqrt{S_{km}})$ mm untuk pengukuran tingkat pertama

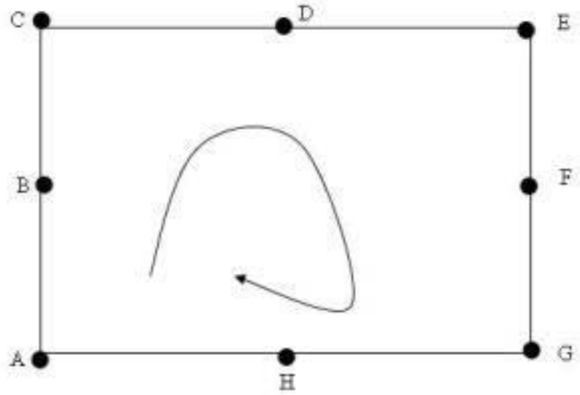
$k_2 = \pm (2,0 \pm 3,0 \sqrt{S_{km}})$ mm untuk pengukuran tingkat kedua

$k_3 = \pm (2,0 \pm 6,0 \sqrt{S_{km}})$ mm untuk pengukuran tingkat ketiga

Pada rumus-rumus S_{km} berarti jarak pengukuran yang dinyatakan dalam kilometer.

Sipat Datar Tertutup

Sipat datar memanjang tertutup yaitu suatu pengukuran sipat datar yang titik awal dan titik akhir sama /berimpit.



Agar didapat hasil yang teliti maka perlu adanya koreksi, dengan asumsi bahwa beda tinggi pergi sama dengan beda tinggi pulang.

C = k / (n-1)

C = Koreksi

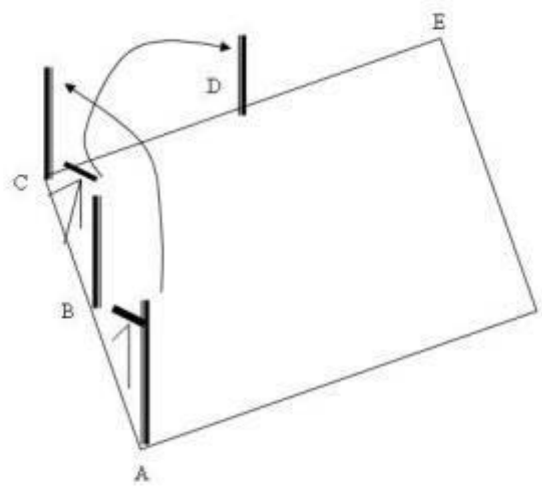
k = kesalahan

n = banyaknya titik

(n-1) = banyak slag (beda tinggi)

Metode Pulang Pergi

Pada saat pembacaan rambu, digunakan metode pulang pergi, yaitu setelah mengukur beda tinggi AB, maka, rambu A dipindahkan ke titik C untuk mengukur beda tinggi BC sehingga akan kita dapatkan beda tinggi BC. Setelah itu, rambu B dipindahkan ke titik D sehingga akan di dapat beda tinggi CD. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan pembacaan rambu yang diakibatkan skala nol pada rambu yang dikeluarkan oleh pabrik tidak berada pada skala nol sebenarnya. Untuk mengoreksi data beda tinggi yang didapat, digunakan rumus:$8\sqrt{d}$; dimana d = jarak titik (km) setelah semua data terkoreksi, maka beda tinggi antara dua titik dapat diketahui dengan rata-rata beda tinggi antara ulang dan tinggi. $\Delta h = \Delta H$ pergi – ΔH pulang / 2



Pengertian Slag, Seksi dan Sirkuit

- 1 slag adalah satu kali alat berdiri untuk mengukur rambu muka dan rambu belakang.

- 1-2 km yang±1 seksi adalah suatu jalur pengukuran sepanjang terbagi dalam slag yang genap dan diukur pulang pergi dalam waktu 1 hari.
- 1 kring / sirkuit adalah suatu pengukuran sipat datar yang sifatnya tertutup sehingga titik awal dan titik akhirnya adalah sama.

BAB 3. PENGENALAN ALAT PENGUKURAN HORISONTAL

Theodolit adalah salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak. Berbeda dengan waterpass yang hanya memiliki sudut mendatar saja. Di dalam theodolit sudut yang dapat di baca bisa sampai pada satuan sekon (detik).

Theodolite merupakan alat yang paling canggih di antara peralatan yang digunakan dalam survei. Pada dasarnya alat ini berupa sebuah teleskop yang ditempatkan pada suatu dasar berbentuk membulat (piringan) yang dapat diputar-putar mengelilingi sumbu vertikal, sehingga memungkinkan sudut horisontal untuk dibaca. Teleskop tersebut juga dipasang pada piringan kedua dan dapat diputarputar mengelilingi sumbu horisontal, sehingga memungkinkan sudut vertikal untuk dibaca. Kedua sudut tersebut dapat dibaca dengan tingkat ketelitian sangat tinggi (Farrington 1997).

Survei dengan menggunakan theodolite dilakukan bila situs yang akan dipetakan luas dan atau cukup sulit untuk diukur, dan terutama bila situs tersebut memiliki relief atau perbedaan ketinggian yang besar. Dengan menggunakan alat ini, keseluruhan kenampakan atau gejala akan dapat dipetakan dengan cepat dan efisien (Farrington 1997)

Instrumen pertama lebih seperti alat survey theodolit benar adalah kemungkinan yang dibangun oleh Joshua Habermel (de: Erasmus Habermehl) di Jerman pada 1576, lengkap dengan kompas dan tripod.

Awal altazimuth instrumen yang terdiri dari dasar lulus dengan penuh lingkaran di sayap vertikal dan sudut pengukuran perangkat yang paling sering setengah lingkaran. Alidade pada sebuah dasar yang digunakan untuk melihat obyek untuk pengukuran sudut horisontal, dan yang kedua alidade telah terpasang pada vertikal setengah lingkaran. Nanti satu instrumen telah alidade pada vertikal setengah lingkaran dan setengah lingkaran keseluruhan telah terpasang sehingga dapat digunakan untuk menunjukkan sudut horisontal secara langsung. Pada akhirnya, sederhana, buka-mata alidade diganti dengan pengamatan teleskop. Ini pertama kali dilakukan oleh Jonathan Sisson pada 1725. Alat survey theodolite yang menjadi modern, akurat dalam instrumen 1787 dengan diperkenalkannya Jesse Ramsden alat survey theodolite besar yang terkenal, yang dia buat menggunakan mesin pemisah sangat akurat dari desain sendiri.

Di dalam pekerjaan – pekerjaan yang berhubungan dengan ukur tanah, theodolit sering digunakan dalam bentuk pengukuran polygon, pemetaan situasi, maupun pengamatan matahari. Theodolit juga bisa berubah fungsinya menjadi seperti Pesawat Penyipat Datar bila sudut verticalnya dibuat 90º. Dengan adanya teropong pada theodolit, maka theodolit dapat dibidikkan kesegala arah. Di dalam pekerjaan bangunan gedung, theodolit sering digunakan untuk menentukan sudut siku-siku pada perencanaan / pekerjaan pondasi, theodolit juga dapat digunakan untuk mengukur ketinggian suatu bangunan bertingkat.

Sifat-Sifat Teodolit

Sifat-sifat teodolit memiliki penampilan umum yang berbeda jika dibandingkan dengan transit Amerika (ringkas, ringan dan ramping). Terdapat beberapa ciri mengenai instrument teodolit ini, diantaranya yang penting adalah sebagai-berikut.

1. Teropongnya pendek, mempunyai benang silang yang digoreskan pada kaca dan dilengkapi dengan kolimator untuk pengarahan kasar.
2. Lingkaran horizontal dan vertical dibuat dari kaca dengan garis-garis pembagian skala dan angka goresan dipermukaannya.
3. Lingkaran vertikal, kebanyakan theodolite diberi petunjuk seksama terhadap arah gaya tarik bumi dengan satu dari dua cara (a) Dengan sebuah pemampas otomatik , (b) Dengan nivo kolimasi atau nivo lingkaran vertikal, biasanya jenis ujung gelembung berimpit dengan system pembacaan lingkaran vertikal. Keduanya menyebabkan adanya bidang acuan yang lebih teliti untuk pengukuran sudut vertical daripada nivo piringan yang dipakai pada transit.
4. Sistem-sistem pembacaan lingkaran pada dasarnya terdiri atas mikroskop dengan optika di dalam instrument. Sebuah okuler pembacaan biasanya ada didekat okuler teropong atau ditempatkan di salah satu penopang. Beberapa instrument memiliki micrometer optis untuk pembacaan pecahan interval lingkaran, sedangkan lainnya bersifat baca "langsung". Pada kebanyakan teodolit, ada sebuah cermin ditempatkan pada satu penopang yang dapat diatur untuk memantulkan sinar ke dalam instrument dan menerangi lingkaran untuk pemakaian siang hari. System pembacaan lingkaran dapat dilengkapi dengan system penerangan memakai batere untuk pekerjaan malam hari dan di bawah tanah. Beberapa teodlit yang lebih baru juga memakai system penerangan memakai batere pengganti cermin untuk pekerjaan siang hari.
5. Putaran mengeliling sumbu I terjadi dalam tabung baja atau pada bola-bantalan poros (precisions ball bearings) seksama.
6. Bidang sekrup penyetel, terdiri atas tiga sekrup atau *roda sisir.*
7. Dasar atau kerangka bawah theodolite, sering dirancang agar instrument dapat saling ditukar dengan alat-alat tambahannya tanpa menganggu pemusatan pada titik pengukuran.

8. Pemusat optis, terpasang ke dalam dasar atau alidade kebanyakan teodalit, menggantikan bandul unting-unting dan menyebabkan pemusatan dapat dilakukan dengan ketelitian tinggi.
9. Kotak pembawa untuk theodolite terbuat dari baja, logam campuran, atau plastik berat. Kotak pembawa biasanya ringkas, kedap air, dan dapat dikunci.

Alat-alat ukur jarak dapat bersifat permanen dan terpadu dari theodolite Takimeter. Misalnya adalah teodolit yang mengukur jarak lereng secara otomatik merubahnya menjadi komponen-komponen harizontal dan vertikal. Beberapa teodolit mempunyai alat EDM terpasang tetap yang memungkinkan pengukuran jarak lereng, sudut-sudut horizontal dan vertikal dengan sekali pemasangan alat.

Berbagai alat tambahan meningkatkan kemampuan theodolite, sehingga dapat digunakan secara khusus misalnya pengamatan astronomis.

Kaki tiganya jenis kerangka lebar. Beberapa di antaranya dari logam dan mempunyai alat untuk mendatarkan secara kasar bagian atasnya dan pemusatan mekanik sehingga tak perlu bandul unting-unting pada pemusatan optis tetapi pada praktikum kali ini kita memakai bandul unting-unting untuk pemusatan optis.

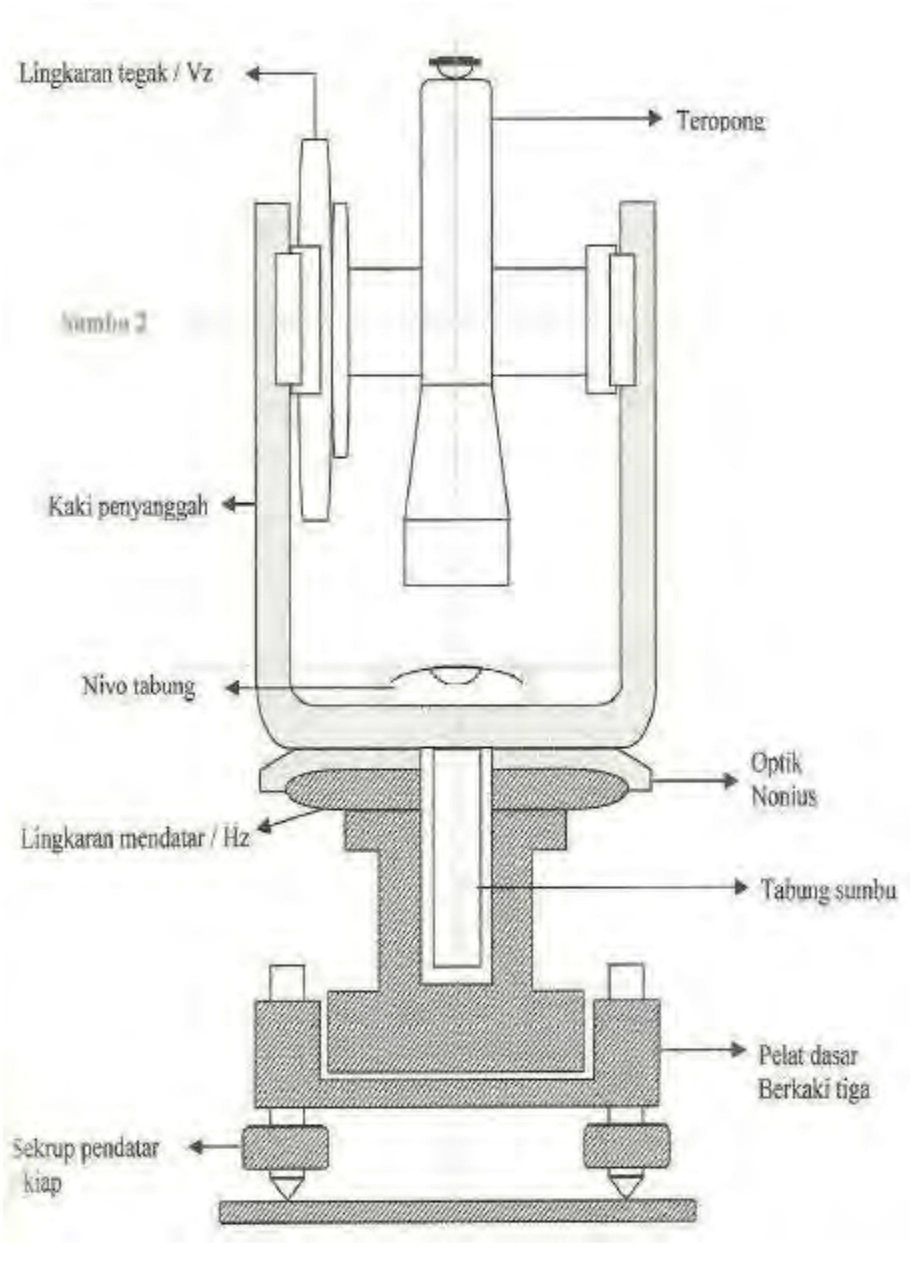
Bagian – bagian dari Teodolit

Secara umum, konstruksi theodolit terbagi atas dua bagian :

1. Bagian atas, terdiri dari :
   - Teropong / Teleskope
   - Nivo tabung
   - Sekrup Okuler dan Objektif
   - Sekrup Gerak Vertikal
   - Sekrup gerak horizontal
   - Teropong bacaan sudut vertical dan horizontal
   - Nivo kotak

- Sekrup pengunci teropong
- Sekrup pengunci sudut vertical
- Sekrup pengatur menit dan detik
- Sekrup pengatur sudut horizontal dan vertikal

2. Bagian Bawah terdiri dari :
   - Statif / Trifoot
   - Tiga sekrup penyetel nivo kotak
   - Unting – unting
   - Sekrup repetisi
   - Sekrup pengunci pesawat dengan statif



Gambar 3.1. Konstruksi Teodolit

Bagian-bagian dari pesawat theodolit ini dapat dilihat pada Gambar 2. Keterangan dan fungsi bagian-bagian Theodolit (EDT).

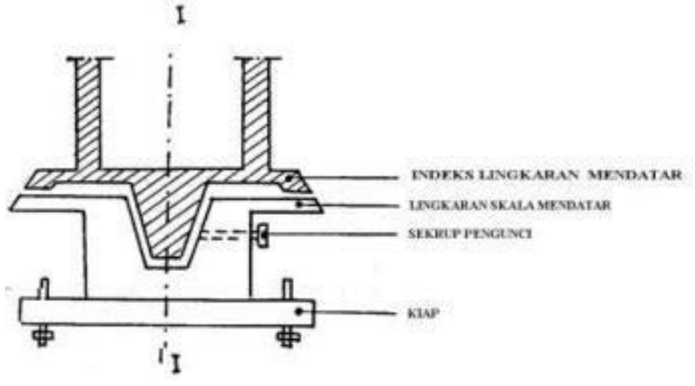
- Garis Bidik kasar / vizier (Vizier / alat bidik), Untuk membidik objek secara kasar, yaitu untuk membidik objek agar bayangan objek masuk dalam teropong.

- Cincin Fokus, Untuk mengatur diafragma, dengan memutar ke kiri atau ke kanan untuk memperjelas objek / memfokuskankan bayangan.
- Lensa Okuler, Untuk melihat objek dengan mata, dan dengan memutar lensa ke kiri atau ke kanan dapat memperjelas garis salib sumbu.
- Mikrosekrup vertikal/Sekrup penyetel halus untuk gerak vertikal, Untuk memutar teropong secara vertikal (apabila klem pengunci vertikel telah dikencangkan) untuk memposisikan objek pada perpotongan benang silang (jika keras, jangan dipaksa)
- Klem pengunci vertikal, Untuk mengunci teropong agar tidak dapat digerakkan secara vertikal
- Nivo tabung, Untuk menyetel posisi sumbu II pesawat secara horizontal, dan dapat diatur dengan 3 sekrup penyama rata.

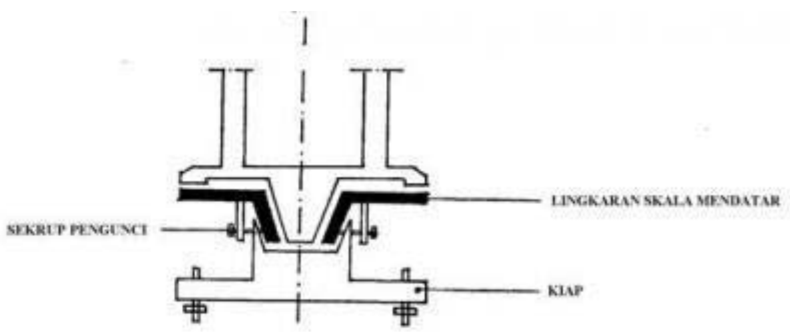
Jenis Teodolit

Jika dilihat dari cara pengukuran dan konstruksinya, bentuk alat ukur Teodolite di bagi dalam dua jenis, yaitu

a. Teodolit reiterasi, yaitu jenis theodolitee yang pelat lingkaran skala mendatar dijadikan satu dengan tabung yang letaknya diatas tiga sekerup. Pelat nonius dan pelat skala mendatar dapat diletakkan menjadi satu dengan sekerup kl, sedangkan pergeseran kecil dari nonius terhadap skala lingkaran, dapat digunakan sekerup fl. Dua sekerup kl dan fl merupakan satu pasang ; sekerup fl dapat menggerakkan pelat nonius bila sekerup kl telah dikeraskan.



b. Teodolit repetisi, yaitu jenis theodolitee yang pelatnya dengan skala lingkaran mendatar ditempatkan sedemikian rupa sehingga pelat dapat berputar sendiri dengan tabung pada sekerup penyetel sebagai sumbu putar. Perbedaan jenis repetisi dengan reiterasi adalah jenis repetisi memiliki sekerup k2 dan f2 yang berguna pada penukuran sudut mendatar dengan cara repetisi.



Macam theodolit menurut sistem pembacaannya :

1. Theodolit sistem bacaan dengan Index Garis
2. Theodolit sistem bacaan dengan Nonius
3. Theodolit sistem bacaan dengan Micrometer
4. Theodolit sistem bacaan dengan Koinsidensi
5. Theodolit sistem bacaan dengan Digital

Macam teodolit menurut skala ketelitian :

1. Theodolit Satu Sekon (Type T2 / Wild)
2. Theodolit Sepuluh Sekon (Type TM-10C / Sokkisha)
3. Teodolit Satu Menit (Type To / Wild)
4. Teodolit Sepuluh Menit (Type DK-1 / Kern)

Kalibrasi Teodolit

Sebelum teodolit digunakan dalam kerja pengukuran ada baiknya teodolit diperiksa terlebih dahulu. Hal ini untuk memastikan, apakah teodolit berfungsi dengan baik dan benar. Ini penting dalam ketelitian pengambilan

data, sehingga Kesalahan dan ketidaktelitian dalam pengambilan data dapat diminimalisir.

Terdapat dua jenis kalbirasi yang boleh dilakukan yaitu :

a). Kalibrasi Sementara

Kalibrasi ini dilakukan dilakukan kepada teodolit setiap kali alat ini akan digunakan. Hal ini berarti di setiap stasiun pengamatan yang diduduki, kalibrasi sementara dijalankan terlebih dahulu sebelum pengukuran dilakukan. Kalibrasi sementara melibatkan tiga proses penting, yakni :

- Memusatkan teodolit
- Mengkalibrasi teodolit
- Menghilangkan beda penglihatan

❖ **Memusatkan Teodolit**

Dalam pemasangan teodolit harus dilakukan dengan benar tepat di atas tripod. Prinsipnya adalah dengan cara mengatur teodolit supaya berdiri dalam kedudukan kurang lebih berada di atas stasiun. Cara melakukannya adalah seperti berikut :

1. Buka kaki tiga kurang lebih dengan sudut 60°.
2. Posisikan kaki tiga dengan ketinggian sewajarnya sehingga plat atas kaki tiga berada dalam kedudukan hampir mendatar.
3. Letakkan teodolit di atas plat kaki tiga. Pastikan semua terkunci pada teodolit dan kencangkan pengunci tribet.
4. Pijakkan satu kaki tiga ke tanah, pegang dan angkat dua kaki tiga lagi sambil mata praktikan melihat melalui sekrup optik.
5. Kemudian letakkan kedua-dua kaki tiga tadi ke tanah.
6. Memastikan gelembung udara yang berada di atas penyilang arah (berbentuk bulat) tepat di tengah-tengah. Caranya dengan menaikan dan menurunkan kaki tiga yang berkaitan dengan mengikut kedudukan yang sesuai.

❖ **Mengkalibrasi Teodolit**

Apabila teodolit sudah berada tepat pada stasiun di atas tanah, proses selanjutnya ialah memastikan teodolit berada dalam keadaan benar. Proses kalibrasi adalah seperti berikut :

1. Pastikan semua pengunci penyilang atas dan bawah telah dilonggarkan. Gerakkan teodolit supaya kotak gelembung udara (berbentuk memanjang) sesuai dengan sepasang sekrup kaki penyearah.
2. Atur kedua sekrup kaki penyearah pada arah yang berlawanan serentak sehingga gelembung udara berada di tengah-tengah kotaknya.
3. Atur teleskop sehingga kotak gelembung udara berada 90° dari kedudukan asal tadi. Kemudian sejajarkan alat menggunakan sekrup kaki penyearah ketiga saja.
4. Ulangi langkah (2) dan (3) sehingga gelembung udara tetap berada di tengah walaupun teodolit diputar ke arah mana sekalipun. Gelembung udara (berbentuk bulat) akan sendirinya terarah apabila keadaan ini terhasil.

❖ **Menghilangkan Beda Penglihatan**

Beda penglihatan adalah suatu kekaburan yang terjadi pada objek yang terdapat di benang stadia. Keadaan ini berlaku disebabkan teleskop tidak difokuskan terlebih dahulu. Jika ini berlaku, Pengukuran akan sulit dilakukan.

b). Kalibrasi Tetap

Sebuah teodolit dikatakan berada dalam keadaan baik jika komponen-komponen dasarnya berada dalam keadaan berikut :

1. Pugaknya betul-betul tegak apabila gelembung udara penyilang ufuk berada di tengah-tengah.

2. Komponen sangga mestilah bersudut tepat dengan garisan kolimatan dalam satah ufuk dan bersudut tepat dengan paksi pugak dalam satah pugak.
3. Apabila teropong berada dalam keadaan mendatar dan gelembung pugak (di atas teleskop) berada di tengah-tengah, bacaan sudut pugak sepatutnya 0°/90° (bergantung kepada jenis alat).

Pesawat theodolit layak digunakan apabila memenuhi syarat berikut ini:
Sumbu tegak (sumbu-I) harus benar-benar tegak.
Bila sumbu tegak miring maka lingkaran skala mendatar tidak lagi mendatar. Hal ini berarti sudut yang diukur bukan merupakan sudut mendatar. Gelembung nivo yang terdapat pada lingkaran skala mendatar ditengah dan gelembung nivo akan tetap berada ditengah meskipun theodolit diputar mengelilingi sumbu tegak. Bila pada saat theodolit diputar mendatar dan gelembung nivo berubah posisi tidak ditengah lagi, maka berarti sumbu-I tidak vertical, ini disebabkan oleh kesalahan sistim sumbu yang tidak benar, atau dapat juga disebabkan oleh posisi nivo yang tidak benar

Sumbu mendatar (sumbu-II) harus benar-benar mendatar
Garis bidik harus tegak lurus sumbu mendatar
Untuk memenuhi syarat kedua dan ketiga lakukan langkah-lankah sebagai berikut:

- Gantungkan unting-unting pada dinding. Benang diusahakan agar tergantung bebas (tidak menyentuh dinding atau lantai)
- Setelah sumbu tegak diatur sehingga benar-benar tegak, garis bidik diarahkan ke bagian atas benang. Kunci skrup pengunci sumbu tegak dan lingkaran skala mendatar.
- Gerakkan garis bidik perlahan-lahan ke bawah
- Bila sumbu mendatar tegak lurus dengan sumbu tegak dan garis bidik tegak lurus dengan sumbu mendatar maka garis bidik akan bergerak sepanjang benang unting-unting (tidak menyimpang dari bidikan benang).

Tidak ada salah indeks pada skala lingkaran tegak.

- Setelah syarat pertama, kedua dan ketiga dipenuhi maka arahkan garis bidik ketitik yang agak jauh.
- Ketengahkan gelembung nivo lingkaran skala tegak
- Baca lingkaran skala tegak, missal didapat bacaan sudut zenith z.
- Putar teropong 1800 kemudian dikembalikan garis bidik ke titik yang sama
- Periksa gelembung nivo lingkaran skala tegak, ketengahkan bila belum terletak di tengah
- Baca lingkaran skala tegak, missal z‟. Bila bacaan z‟ = 360-z, maka salah indeks adalah 0

Apabila keempat syarat tidak terpenuhi maka diadakan pengaturan. Untuk mendapatkan sudut horizontal yang benar maka syarat pertama kedua dan ketiga harus benar-benar dipenuhi, sedangkan syarat keempat dipenuhi untuk mendapatkan sudut vertical yang benar.

Mengukur jarak dan sudut dengan teodolit

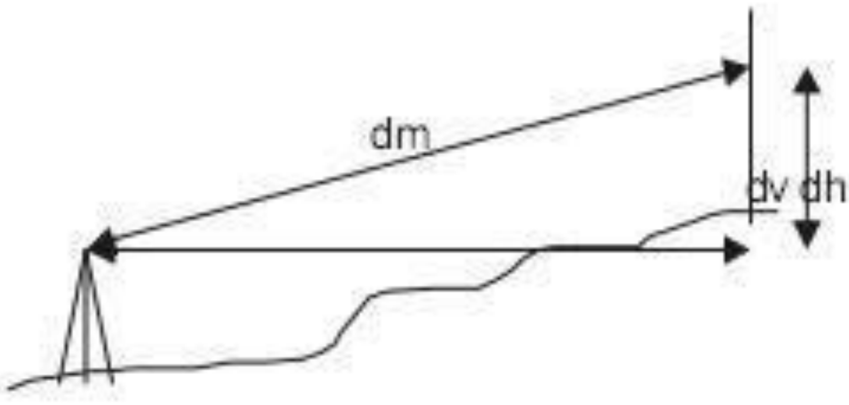
Teodolit adalah alat yang dipersiapkan untuk mengukur sudut, baik sudut horizontal maupun sudut vertikal atau sudut miring. Alat ini dilengkapi dua sumbu, yaitu sumbu vertikal atau sumbu kesatu, sehingga teropong dapat diputar ke arah horizontal dan sumbu horizontal atau sumbu kedua, sehingga teropong dapat diputar kearah vertikal. Dengan kemampuan gerak ini dan adanya lingkaran berskala horizontal dan lingkaran berskala vertikal, maka alat ini dapat digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal.

Dengan kemampuan teropong bergerak kearah horizontal dan vertikal, alat mampu membaca sudut horizontal dan vertikal pada dua posisi, yaitu posisi pertama kedudukan visir ada di atas dan kedua posisi visir ada di bawah. Bidikan saat posisi visir di atas disebut posisi ***biasa***, sedangkan bila posisi

visir di bawah disebut posisi ***luar biasa***. Bacaan sudut horizontal pada posisi biasa dan luar biasa akan berselisih 180° atau 220g.

Adanya bacaan biasa dan luar biasa ini dapat digunakan sebagai koreksi bacaan, yaitu bila bacaan biasa dan luar biasa dari satu arah bisikan tidak berselisih 180° atau 220g, berarti ada kesalahan baca, sehingga dapat segera dilakukan perbaikan. Pada pengukuran yang tidak menghendaki tingkat ketelitian yang tinggi, biasanya pembacaan cukup dilakukan pada posisi biasa.

Alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur jarak bila pada diafragmanya dilengkapi benang stadia. Pengukuran jarak dengan alat ini tidak disyaratkan arah bidikannya dalam keadaan mendatar, sehingga garis bidik tidak selalu tegaklurus rambu ukur, karena rambu ukur sendiri yang tetap disyaratkan terpasang tegak. Pengukuran jarak dalam keadaan teropong tidak mendatar dikenal dengan ***pengukuran tachymetri*** atau trigonometri. Pada pengukuran tachymetri ini karena posisi teropong dalam keadaan miring, maka jarak ukuran dapat berupa jarak miring, jarak vertikal dan jarak mendatar, seperti terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar …. Pengukuran Tachymetri

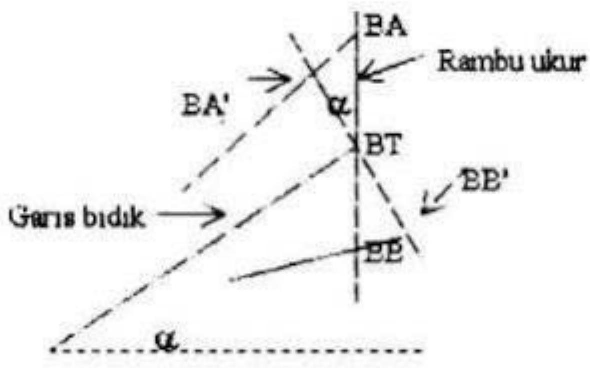
Keterangan : dm = jarak miring   dv   = jarak vertikal

dh   = jarak horizontal

Dari Gambar diatas ternyata hanya jarak horizontal saja yang betul-betul menunjukkan jarak mendatarnya antara kedua titik yang diukur, sedangkan jarak miring tidak menunjukkan betul-betul jarak miring dan jarak vertikal juga tidak menujukkan beda tinggi dari kedua titik yang di ukur tersebut. Jarak miring menunjukkan panjang garis bidik dan jarak vertikal menunjukkan tinggi bacaan benang tengah dari garis mendatar yang melalui alat.

Karena garis bidik tidak tegaklurus rambu ukur seperti terlihat pada Gambar 4.2., maka pertitungan jarak dengan rumus yang dugunakan pada waterpas tidak berlaku.

a adalah kemiringan teropong



Gambar.. Posisi Garis Bidik dan Rambu Ukur

Dari Gb 4.2. terlihat bahwa garis bidik tidak tegaklurus rambu ukur (BB.BA) tapi tegaklurus terhadap BB".BA". Berdasarkan ini, maka :

Panjang garis bidik (jarak miring/dm) = c (BA" - BB"), atau

= c (BA - BB) cos a , maka :

Jarak mendatar (dh) = dm cos a = c (BA - BB) cos2 a , dan

Jarak vertikal (dv) = dm sin a = c (BA - BB) cos a sin a

= c (BA - BB) 1/2 sin 2 a , atau

= ½ c (BA - BB) sin 2 a ,

dimana : c = koefisien faktor alat, BA = bacaan benang atas, BB = bacaan benang bawah dan a = kemiringan teropong dari arah mendatar.

Karena yang dibaca dari alat adalah bacaan sudut zenit atau nadir yang dapat diberi notasi m, maka : a = 90° atau 100g - m (bacaan sudut zenit), atau = m (bacaan sudut nadir) - 90° atau 100g

Untuk melakukan pembacaan sudut horizontal, lingkaran horizontal berskala pada alat ukur theodolit Wild berupa plat lingkaran yang dapat bergerak bebas di porosnya. Lingkaran ini juga dilengkapi dengan magnet, sehingga bila tidak dalam keadaan terkunci akan berfungsi sebagai ***Bousol***, dimana *titik nol akan berada di arah Utara* atau Selatan. Dengan demikian dalam keadaan tidak terkunci bacaan sudut horizontal ini akan menunjukkan arah azimut dari arah teropong tersebut, sementara bila terkunci kondisi lingkaran mirip dengan alat ukur waterpas, yaitu angka nol berada di sembarang arah.

Total Station

Saat ini dengan kemajuan teknologi maka pengukuran kerangka horizontal lebih banyak dilakukan dengan menggunakan Total Station. Berikut ulasan mengenai Total Station ini.

Total station adalah alat ukur sudut dan jarak yang terintegrasi dalam satu unit alat. Total station juga sudah dilengkapi dengan processor sehingga bisa menghitung jarak datar, koordinat, dan beda tinggi secara langsung tanpa perlu kalkulator lagi.

Berikut ini penjabaran mengenai pengertian Total station :

1) Total Station : adalah peralatan elektronik ukur sudut dan jarak (EDM) yang menyatu dalam 1 unit alat.

2) Data dapat disimpan dalam media perekam. Media ini ada yang berupa on-board/internal, external (elect field book) atau berupa card/PCMCIA Card. -> salah catat tidak ada.

3) Mampu melakukan beberapa hitungan (misal: jarak datar, beda tinggi dll) di dalam alat. Juga mampu menjalankan program-program survey, misal : Orientasi arah, Setting-out, Hitungan Luas dll, kemampuan ini tergantung type total stationnya.

4) Untuk type “high end”nya ada yang dilengkapi motor penggerak, dan dilengkapi dengan ATR-Automatic Target Recocnition, pengenal objek otomatis (prisma).

5) Type tertentu mampu mengeliminir kesalahan-kesalahan : kolimasi Hz & V, kesalahan diametral, koreksi refraksi, dll. Hingga data yang didapat sangat akurat.

6) Ketelitian dan kecepatan ukur sudut dan jarak jauh lebih baik dari theodolite manual dan meteran. Terutama untuk pemetaan situasi.

7) Alat baru dilengkapi Laser Plummet, sangat praktis dan Reflector-less EDM (EDM tanpa reflector)

8) Data secara elektronis dapat dikirim ke PC dan diolah menjadi Peta dengan program mapping software.

Perbedaan theodolite dan total station.

Theodolite sebenarnya adalah alat pengukur sudut saja, jadi data primer yang dihasilkan dari theodolite hanya sudut horizontal, sudut vertikal dan bacaan rambu ukur. Untuk mendapatkan jarak diperlukan data pendukung seperti data dari EDM, meteran atau dengan tachimetri. Sedangkan Total station langsung bisa mendapatkan data sudut dan jarak dalam satu pengukuran.

Cara kerja total station

Total station merupakan perangkat elektronik yang dilengkapi piringan horisontal, piringan vertikal dan komponen pengukur jarak. Dari ketiga data primer ini (Sudut horisontal, sudut vertikal dan jarak) bisa didapatkan nilai

koordinat X,Y,Z serta beda tinggi. Data direkam dalam memory dan selanjutnya bisa ditransfer ke komputer untuk di olah menjadi data spasial.



Gambar… Total Station

Manfaat total station

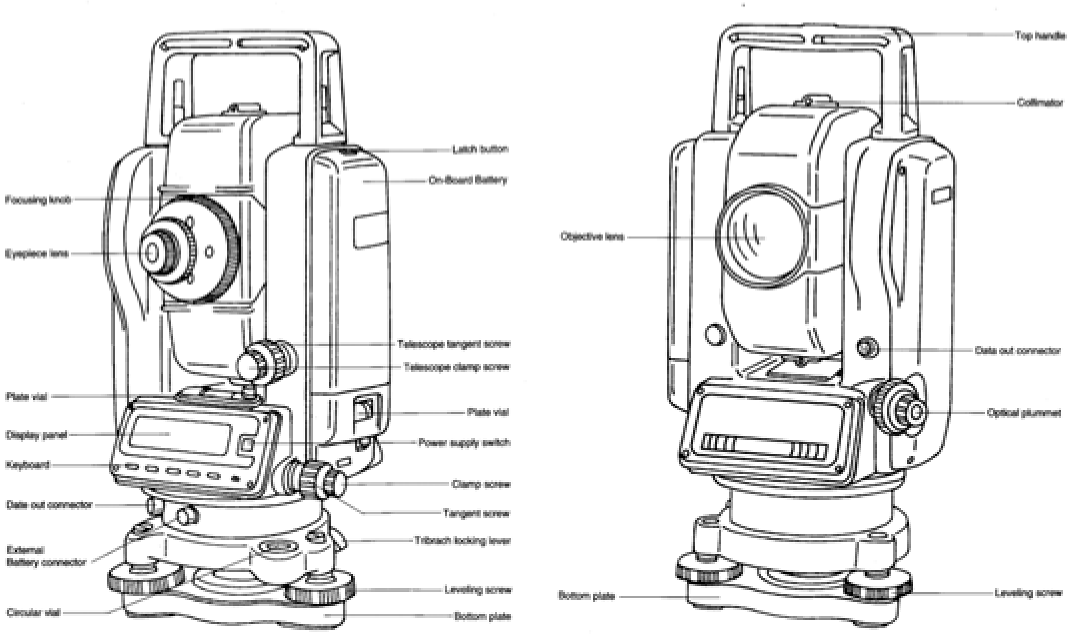
Kedua stasiun theodolite dan total station yang digunakan untuk mengukur sudut horisontal dan vertikal selama mensurvei dan proyek. Masing-masing memiliki pro dan kontra tertentu yang dapat digunakan dalam berbagai situasi. Secara umum, hal itu akan tergantung pada waktu, uang, tenaga, dan keahlian yang telah tersedia pada saat penentuan alat yang tepat untuk pekerjaan Anda dan tentunya bila ada mengininkan keakuratan dalam

pekerjaan konstruksi atau design anda saat survei gunakanlah alat Laser Auto Level.

Meskipun theodolites telah digunakan selama ratusan tahun, operasi utama dari alat ini tetap sama. theodolite terdiri dari teleskop bergerak dipasang antara sumbu vertikal dan horisontal. Sudut dari masing-masing sumbu dapat diukur dengan presisi cukup akurat selama operator memiliki pengetahuan yang cukup menggunakan alat dan trigonometri dasar. Namun, penggunaan theodolite secara umum memerlukan bantuan dari setidaknya satu orang lain selain operator utama untuk membantu mengukur dan menyelaraskan sudut. Ketika menghitung presisi, sangat penting bahwa kedua operator yang terlatih dan memahami semua elemen pengumpulan data; ini mungkin termasuk meratakan saham tripod / theodolite dan pengukuran, serta menyelaraskan tiang dan mengukur garis untuk mengumpulkan data yang akurat, dan akhirnya menggunakan kemampuan matematika dan grafis untuk menghasilkan output yang sesuai.

Manfaat dari total station akan melebihi downsides, dalam banyak kasus, karena fitur-fiturnya semua-inklusif dan integrasi digital. A total station mengintegrasikan fungsi theodolite untuk mengukur sudut dan jarak dengan EDM (meter jarak elektronik). Total stasiun menggunakan sistem prisma dan laser untuk mengembangkan pembacaan digital dari seluruh pengukuran selama pekerjaan Anda. Semua informasi yang dikumpulkan dengan total station disimpan dalam sebuah komputer eksternal di mana data dapat dimanipulasi dan ditambahkan ke program CAD. Robotic total stasiun yang tersedia yang memungkinkan operator untuk bekerja sendiri dengan menggunakan remote control.

Bagian – bagian dari Total Station



BAB 4. PENENTUAN POSISI HORISONTAL

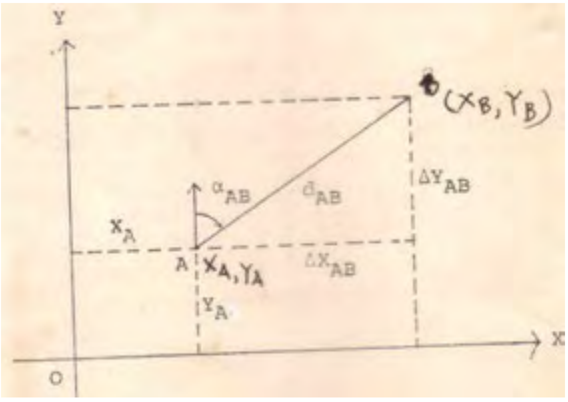
Metoda penentuan posisi cara polar.

Metoda ini hanya membutuhkan sudut dan jarak sebagai data untuk menentukan koordinat suatu titik.

Diketahui : koordinat titik P (Xp , Yp)

Diukur : sudut αpq dan jarak dpq.

Ditanya : koordinat titik Q ?.



Gambar 3.1. Penentuan posisi secara polar

Dari gambar diperoleh :

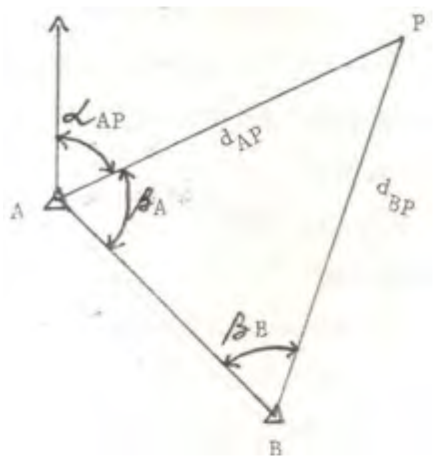
$$\text{Sin } \alpha.\text{pq} = \frac{\Delta \text{ Xpq}}{\text{Dpq}} \rightarrow \Delta \text{ Xpq} = \text{dpq . Sin } \alpha\text{pq}$$

$$\text{Cos } \alpha\text{pq} = \frac{\Delta \text{ Ypq}}{\text{dpq}} \rightarrow \Delta \text{ Ypq} = \text{dpq . Cos } \alpha\text{pq}$$

$Xq = Xp + \Delta Xpq = Xp + dpq. \text{Sin } \alpha pq$

$Yq = Yp + \Delta Ypq = Yp + dpq. \text{Cos } \alpha pq$

Metoda perpotongan ke muka.



Gambar 3.2 Metoda perpotongan ke muka

Diketahui : koordinat titik A (Xa , Ya) dan B (Xb , Yb)

Diukur : sudut βa ,βb dan jarak dap , dbp.

Ditanya : koordinat titik P (Xp , Yp) ?

Jawab :

Tahapan pengukuran :

- Tempatkan theodolit di titik A dan atur sehingga siap untuk dipakai.
- Bidik titik P dan baca sudut horisontalnya.
- Putar teropong ke arah titik B dan baca sudut horisontalnya.
- Ukur jarak AP (dap).
- Pindahkan theodolit ke titik B dan atur hingga siap untuk dipakai.
- Bidik titik A dan baca sudut horisontalnya.
- Putar teropong ke arah titik P dan baca sudut horisontalnya.
- Ukur jarak BP (dbp).

Tahapan hitungan :

- Hitung sudut βa = bacaan kanan (bacaan ke titikB) dikurangi bacaan kiri (bacaan ke titik P).

  βb = bacaan kanan (bacaan ke titik P) dikurangi bacaan kiri (bacaan ke titik A).

- Hitung sudut jurusan BP :

  $\alpha bp = \alpha ba + \beta b$.

- Hitung koordinat titik P :

  Dari titik A ---> $Xp1 = Xa + dap \cdot \sin \alpha ap$.

  $Yp1 = Ya + dap \cdot \cos \alpha ap$

  Dari titik B --> $Xp2 = Xb + dbp \cdot \sin \alpha bp$.

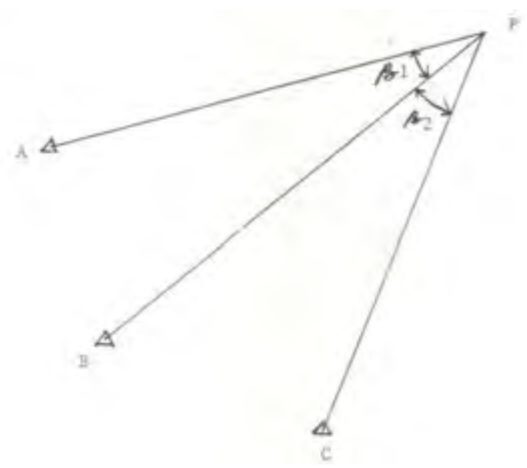
  $Yp2 = Yb + dbp \cdot \cos \alpha bp$.

- Hitung koordinat definitif titik P yakni koordinat rata-rata titik P dari A dan B.

  $$Xp = \frac{Xp1 + Xp2}{2}$$

  $$Yp = \frac{Yp1 + Yp2}{2}$$

Metoda perpotongan kebelakang.



Gambar 3.3. Metoda perpotongan ke belakang

Diketahui : koordinat titik A,B,C

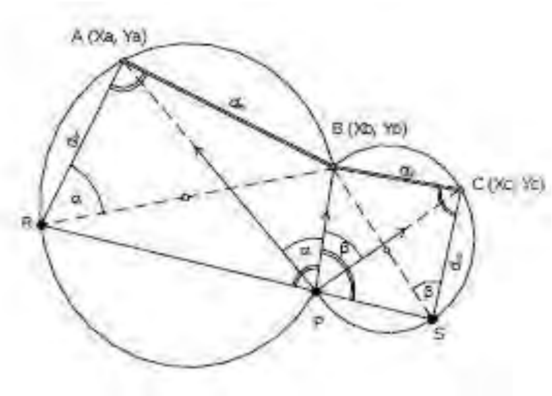
Diukur : sudut $\beta1$, $\beta2$

Ditanya : koordinat titik"P

Perhitungan :

Perhitungan koordinat titik P dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

a. Cara Cassini.



Gambar 3.4. Cara Cassini

sudut BAD = sudut BCE = 90°

MN//DE, MN ⊥BP, DE ⊥ BP

M,N adalah pusat lingkaran.

Mencari jarak AD :

Perhatikan ∆ BAD

$$\frac{dab}{dad} = \frac{\text{Sin}\beta 1}{\text{Sin}(90° - \beta 1)} = \frac{\text{Sin}\beta 1}{\text{Cos}\,\beta 1}$$

dad = dab . Cotg $\beta1$

$\alpha ad = \alpha ab + 90°$

$Xd = Xa + dad \cdot \text{Sin } \alpha ad$

$= Xa + dab.\text{Cotg } \beta 1 \cdot \text{Sin } (\alpha ab + 90°)$

$= Xa + dab.\text{Cotg } \beta 1. \text{Cos } \alpha ab$

$= Xa + (Yb - Ya). \text{Cotg } \beta 1$

kedua ruas dikurangi Xb

$Xd-Xb=(Xa-Xb) + (Yb - Ya). \text{Cotg } \beta 1$ ……………………….....1

$Yd = Ya + dad \cdot \text{Cos } \alpha ad$

$= Ya + dab.\text{Cotg } \beta 1.\text{Cos } (\alpha ab + 90°)$

$= Ya + dab.\text{Cotg } \beta 1.\text{Sin } (\alpha ab)$

$= Ya + (Xb - Ya). \text{Cotg } \beta 1$

kedua ruas dikurangi Yb

$Yd - Yb = (Ya - Yb) + (Xb - Xa).\text{Cotg } \beta 1$ ..…………………......2

Dengan cara yang sama pada segitiga BCE didapat :

$Xe-Xb=(Xc - Xb) + (Yc - Yb). \text{Cotg } \beta 2$ ...………..………....3

$Ye-Yb=(Yc - Yb) - (Xc - Xb). \text{Cotg } \beta 2$ ……………..……........4

$$Tg\alpha de = \frac{Xd - Xe}{Yd - Ye}$$

$$= \frac{Xd - Xb - Xe + Xb}{Yd - Yb - Ye + Yb}$$

$$= \frac{(Xd - Xb) - (Xe - Xb)}{(Yd - Yb) - (Ye - Yb)} \quad ....5$$

$$Tg\alpha bp = \frac{Xp - Xb}{Yp - Yb} \rightarrow Yp - Yb = \frac{Xp - Xb}{Tg\alpha bp} = (Xp-Xb).Cotg\ \alpha bp$$

$$Tg\alpha pe = \frac{Xe - Xp}{Ye - Yp} \rightarrow Ye - Yp = (Xe - Xp).\ Cotg\ \alpha pe$$

$Ye - Yb = (Yp - Yb) + (Ye - Yp)$

$= (Xp - Xb).Cotg\ \alpha bp + (Xe - Xp).Cotg\ \alpha pe$

$\alpha bp = \alpha de + 90° \ ; \ \alpha pe = \alpha de$

$Ye - Yb = (Xp - Xb).Cotg\ (\alpha de + 90°)+(Xe - Xp).Cotg\ \alpha de$

$$= (Xp - Xb).Tg\ \alpha de - \frac{(Xp - Xe)}{Tg\alpha de} \rightarrow$$

persamaan ini kalikan dengan Tg αde

$(Ye-Yb).Tg\alpha de=(Xp - Xb).\ Tg^2\alpha de - (Xp - Xe)$ 6

$(Xe-Xb)=(Xp-Xb) - (Xp - Xe)$ 7

Persamaan (6) dikurangi persamaan (7) didapat :

$(Ye - Yb).Tg\alpha de - (Xe - Xb) = - (Xp - Xb)(1 + Tg^2\alpha de)$

$$(Xp - Xb) = \frac{(Xe- Xb) - (Ye - Yb).Tg\alpha de}{(1 + Tg^2\alpha de)}$$

$$Xp = Xb + \frac{(Xe - Xb) - (Ye - Yb).Tg\ \alpha de}{(1 + Tg^2\alpha de)}$$

Untuk mencari ordinat titik P :

$$Yp - Yb = \frac{Xp - Xb}{Tg\alpha bp} = (Xp - Xb) \cdot Cotg\ \alpha bp$$

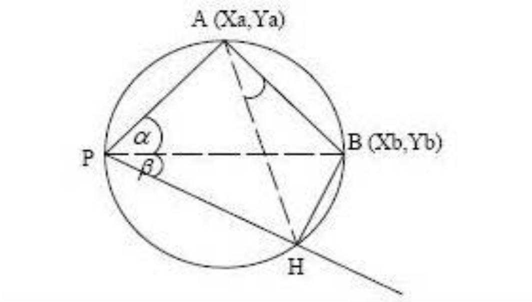
$\alpha de = \alpha bp + 90°$ ----->$\alpha bp = \alpha de - 90°$

$Yp - Yb = (Xp - Xb).Cotg\ (\alpha de - 90°)$

$= (Xp - Xb).-Tg\alpha de$

$Yp = Yb - (Xp - Xb).Tg\ \alpha d$

b. Cara Collins.



Gambar 3.5. Cara Collins

Perhatikan ΔACD :

t = DE adalah garis tinggi.

jarak AE = d_{ae} = t. Cotg β_2

jarak EC = d_{ec} = t. Cotg β_1

---------------------------------- +

$d_{ac} = t\ (Cotg\ \beta_1 + Cotg\ \beta_2)$

$$t = \frac{d_{ac}}{(Cotg\beta_1 + Cotg\ \beta_2)}$$

Jarak EE' = A'C' = d_{ae}'.Sin (180° - α_{ac})

= t.Cotg β_2 .Sin (180°- α_{ac})

= t.Cotg β_2 .Sin α_{ac}

jarak C'D = t.Cos (180°- α_{ac}) = - t.Cos α_{ac}

-- +

Jarak A'D = $d_{a'd}$ = t.Cotg β_2 .Sin α_{ac} -t.Cos α_{ac}

Karena jarak searah sumbu X maka :

$d_{a'd} = (X_d - X_a)$

$$(X_d - X_a) = \frac{d_{ac}}{\text{Cotg}\beta_1 + \text{Cotg}\beta_2)} \text{Sin } \alpha_{ac}.\text{Cotg } \beta_2 - \frac{dac}{(\text{Cotg}\beta_1 + \text{Cotg}\beta_2)} .\text{Cos } \alpha_{ac}$$

$$= \frac{(X_c - X_a).\text{ Cotg } \beta_2}{(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)} - \frac{(Y_c - Y_a)}{(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)}$$

$$= \frac{X_c.\text{Cotg } \beta_2 - X_a.\text{Cotg } \beta_2 - (Y_c - Y_a)}{(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)}$$

$$X_d = \frac{X_c.\text{Cotg } \beta_2 - X_a.\text{Cotg } \beta_2 - (Y_c - Y_a) + X_a.(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)}{(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)}$$

X_c .Cotg β_2 + X_a .Cotg β_1 - (Y_c - Y_a)

$$= \frac{}{(\text{Cotg}\beta_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)}$$

Kiri dan kanan masing-masing kurangi X_b

$$(X_d\text{-}X_b) = \frac{X_c.\text{Cotg}\ \beta_2 + X_a.\text{Cotg}\ \beta_1 - (Y_c - Y_a) - X_b.(\text{Cotg}\ \beta_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)}{(\text{Cotg}\beta_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)}$$

$$= \frac{(X_a - X_b).\text{Cotg}\ \beta_1 + (X_c - X_b).\text{Cotg}\ \beta_2 - (Y_c - Y_a)}{(\text{Cotg}\ \beta_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)} \ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

Perhatikan gambar di atas :

Jarak A'E' = EC' = t. Sin (180° - α_{ac}) = t.Sin α_{ac}

Jarak AE = t. Cotg β_2.

Jarak AE' = $d_{ae'}$ .Cos (180° - α_{ac}) = - t.Cos α_{ac}.Cotg β_2

Jarak AA' = $d_{a'e'}$- dae'= t.Sin α_{ac} + t.Cos α_{ac}.Cotg β_2

$$= \frac{d_{ac}}{(\text{Cotg}\ \beta_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)}.\text{Sin}\ \alpha_{ac} + \frac{d_{ac}}{(\text{Cotg}b_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)}.\text{Cos}\ \alpha_{ac}.\text{Cotg}\ \beta_2$$

$$= \frac{(X_c - X_a) + (Y_c - Y_a).\ \text{Cotg}\ \beta_2}{(\text{Cotg}\ \beta_1 + \text{Cotg}\ \beta_2)}$$

Karena jarak AA' sepanjang sumbu Y maka :

$d_{aa'} = (Y_d - Y_a)$

$$(Y_d - Y_a) = \frac{(X_c - X_a) + (Y_c - Y_a).\text{Cotg } \beta_2}{(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)}$$

$$Y_d = \frac{(X_c - X_a) + Y_c.\text{Cotg } \beta_2 - Y_a.\text{Cotg } \beta_2 + Y_a.(\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2)}{\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2}$$

$$= \frac{(X_c - X_a) + Y_c.\text{Cotg } \beta_2 + Y_a.\ \text{Cotg } \beta_1}{\text{Cotg } \beta_1 + \text{Cotg } \beta_2}$$

Kiri dan kanan masing-masing dikurangi Y_b.

$$(Yd - Yb) = \frac{(Xc-Xa) + Yc.\text{Cotg } \beta 2 - Ya.\text{Cotg } \beta 1 - Yb(\text{Cotg } \beta 1 + \text{Cotg } \beta 2)}{\text{Cotg } \beta 1 + \text{Cotg } \beta 2}$$

$$= \frac{(Xc-Xa) + Yc.\text{Cotg } \beta 2 - Ya.\text{Cotg } \beta 1 - Yb.\text{Cotg } \beta 1 - Yb.\text{Cotg } \beta 2}{\text{Cotg } \beta 1 + \text{Cotg } \beta 2}$$

$$(Yd - Yb) = \frac{(Xc - Xa) + (Ya-Yb).\text{Cotg } \beta 1 + (Yc-Yb).\text{Cotg } \beta 2}{\text{Cotg } \beta 1 + \text{Cotg } \beta 2}$$

$\alpha pb = \alpha bd$

$$\text{Tg}\alpha pb = \frac{Xd-Xb}{Yd-Yb} = \frac{(Xa-Xb).\text{Cotg } \beta 1 + (Xc-Xb).\text{Cotg } \beta 2 + (Ya - Yc)}{(Ya-Yb).\text{Cotg } \beta 1 + (Yc-Yb).\text{Cotg } \beta 2 - (Xa - Xc)}$$

$\alpha pa = \alpha pb + (360 - b1) = \alpha pb - \beta 1.$

Untuk menentukan koordinat titik P, maka perhatikan Δ ABP :

$$\text{Tg } \alpha pa = \frac{Xa - Xp}{Ya - Yp} \quad ; \quad \text{Tg}\alpha pb = \frac{Xb - Xp}{Yb - Yp}$$

$$Yb.Tg\ \alpha pb - Yp.Tg\ \alpha pb = Xb - Xp$$

$$Ya.Tg\ \alpha pa - Yp.Tg\ \alpha pa = Xa - Xp$$

-- -

$$Yb.Tg\ \alpha pb - Ya.Tg\ \alpha pa - Yp.Tg\ \alpha pb + Yp.Tg\ \alpha pa = (Xb - Xa)$$

$$Yb.Tg\ \alpha pb - Ya.Tg\ \alpha pa - Yp.(Tg\ \alpha pb - Tg\ \alpha pa) = (Xb - Xa)$$

$$Yp.(Tg\ \alpha pb - Tg\ \alpha pa) = Yb.Tg\ \alpha pb - Ya.Tg\ \alpha pa - (Xb - Xa)$$

$$Yp = \frac{Yb.Tg\ \alpha pb - Ya.Tg\ \alpha pa - (Xb - Xa)}{Tg\alpha pb - Tg\ \alpha pa}$$

masing-masing kurangi Yb :

$$Yp - Yb = \frac{Yb.Tg\ \alpha pb - Ya.Tg\ \alpha pa - (Xb-Xa) - Yb.(Tg\ \alpha pb - Tg\ \alpha pa)}{Tg\alpha pb - Tg\ \alpha pa}$$

$$= \frac{Yb.Tg\ \alpha pb - Ya.Tg\ \alpha pa - (Xb-Xa) - Yb.Tg\ \alpha pb + Yb.Tg\ \alpha pa}{Tg\alpha pb - Tg\ \alpha pa}$$

$$Yp - Yb = \frac{(Yb - Ya).Tg\alpha pa - (Xb - Xa)}{Tg\alpha pb - Tg\ \alpha pa}$$

$$Yp = \frac{(Yb - Ya).Tg\ \alpha pa - (Xb - Xa)}{Tg\alpha pb - Tg\ \alpha pa} + Yb$$

$$Tg\alpha pb = \frac{Xp - Xb}{Yp - Yb}$$

$$Xp - Xb = (Yp - Yb).Tg\ \alpha pb$$

$$Xp = (Yp - Yb).Tg\ \alpha pb + Xb$$

Y positip   Y positip   II   I

IV   I

III   II   III   IV

X negatip   X positip

Y negatip   Y negatip

- kwadran I besarnya dari 0 - 90
- kwadran II besarnya dari 90 - 180
- kwadran III besarnya dari 180 - 270
- kwadran IV besarnya dari 270 - 360

Untuk menentukan kwadran suatu jurusan α digunakan rumus tangen:

$$Tg\alpha ab = \frac{Xb - Xa}{Yb - Ya} = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

tanda dari tg αab serta arah dari αab tergantung dari tanda ΔX dan ΔY, seperti :

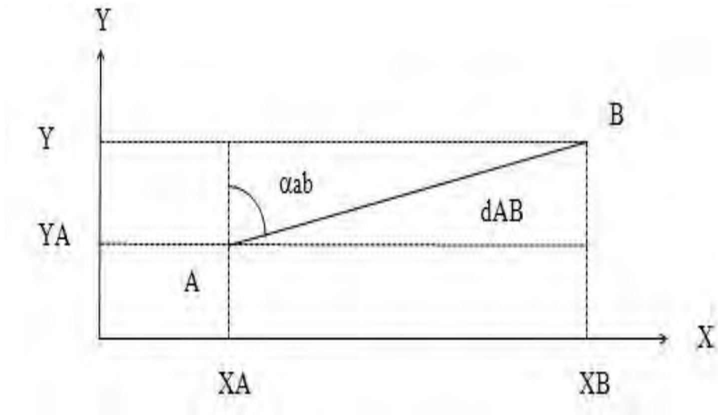
- ΔX positip, ΔY positip maka αab berada di kwadran I.
- ΔX positip, ΔY negatip maka αab berada di kwadran II.
- ΔX negatip, ΔY negatip maka αab berada di kwadran III.
- ΔX negatip, ΔY positip maka αab berada di kwadran IV.

Karena harga tg αab untuk kwadran I dan III adalah sama (juga kwadran II dan IV) bila dihitung menggunakan kalkulator maka bila :

- ΔX positip, ΔY positip harga tgαab sama dengan harga hasil hitungan.

- ΔX positip, ΔY negatip harga tgαab sama dengan harga hasil hitungan ditambah 180°.
- ΔX negatip, ΔY negatip harga tgαab sama dengan harga hasil hitungan ditambah 180°.
- ΔX negatip, ΔY positip harga tgαab sama dengan harga hasil hitungan ditambah 360°.

❖ **Prinsip Dasar Hitungan Koordinat.**

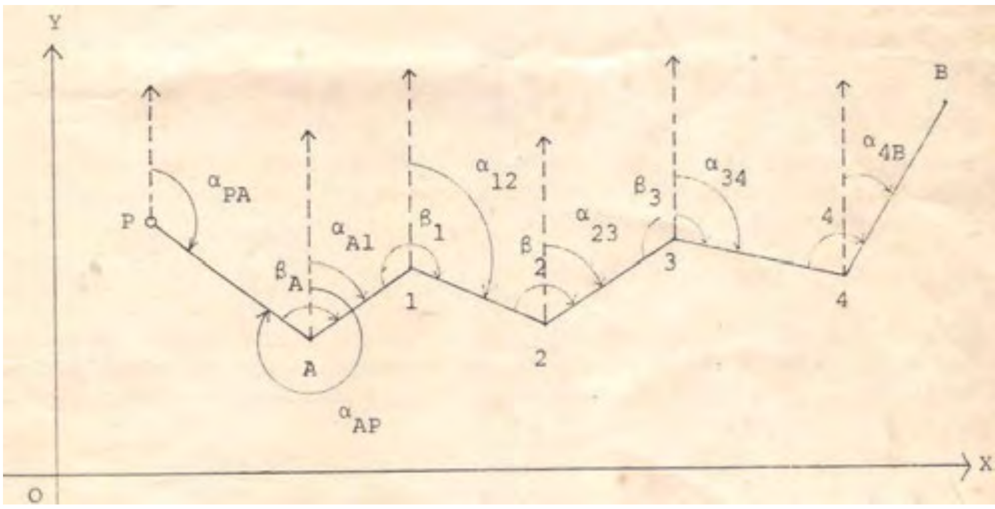


Gambar 3.6. Menghitung koordinat dengan sudut jurusan

$$Xb = Xa + dab.\text{Sin}\ \alpha ab$$

$$Yb = Ya + dab.\text{Cos}\ \alpha ab$$

❖ **Prinsip dasar Hitungan Sudut Jurusan Sisi Poligon.**



Gambar 3.7. Prinsip dasar Hitungan Sudut Jurusan Sisi Poligon

Sesuai dengan defenisi, sudut adalah selisih arah kanan dikurangi arah kiri, maka :

$\beta a \quad = \alpha a1 - \alpha ap$

$\alpha a1 \quad = \alpha ap + \beta a \; ; \; \alpha ap = \alpha pa - 180°$

$= \alpha pa + \beta a - 180°$

$\alpha 1a \quad = \alpha a1 - 180° = \alpha pa + \beta a - 2.\ 180°$

demikian seterusnya untuk jurusan berikutnya :

$\alpha 12 = \alpha 1a + \beta 1 = \alpha pa + \beta a + \beta b1 - 2.\ 180°$

$\alpha 23 = \alpha pa + \beta a + \beta 1 + \beta 2 - 3.\ 180°$

$\alpha 34 = \alpha pa + \beta a + \beta 1 + \beta 2 + \beta 3 - 4.\ 180°$

- Syarat Geometrik Poligon.

Dari uraian di atas :

αpa adalah sudut jurusan awal,

$\alpha 34$ adalah sudut jurusan akhir,

βa, $\beta 1$, $\beta 2$, $\beta 3$ adalah sudut ukuran.

mempunyai hubungan :

$\alpha akhir = \alpha awal + \sum$ sudut yang diukur - n. 180°

X akhir = X awal + $\sum\Delta$ absis

Y akhir = Y awal + $\sum\Delta$ ordinat

Bila terdapat kesalahan maka rumusnya menjadi :

$\alpha akhir = \alpha$ awal + $\sum$ sudut yang diukur - n. 180° ± fb

$$X\ akhir = X\ awal + \sum\Delta absis \pm fx$$

$$Y\ akhir = Y\ awal + \sum\Delta ordinat \pm fy$$

fb adalah salah penutup sudut

fx adalah salah penutup absis

fy adalah salah penutup ordinat

Koreksi untuk setiap sudut :

$$\Delta b = \frac{fb}{n}$$

Koreksi untuk setiap absis ordinat :

$$\Delta Xi = \frac{di}{\sum di} .fx$$

$$\Delta Yi = \frac{di}{\sum di} .fy$$

❖ **Pengukuran Poligon.**

Kerangka Kontrol Horisontal (KKH) merupakan kerangka dasar pemetaan yang memperlihatkan posisi horisontal (X,Y) antara satu titik relatif terhadap titik yang lain di permukaan bumi pada bidang datar. Untuk mendapatkan posisi horisontal dari KKH dapat digunakan banyak metode, salah satu metode penentuan posisi horisontal yang sering digunakan adalah metode poligon. Metode poligon digunakan untuk penentuan posisi horisontal banyak titik dimana titik yang satu dan lainnya dihubungkan dengan jarak dan sudut sehingga membentuk suatu rangkaian sudut titik-titik (polygon). Pada penentuan posisi horisontal dengan metode ini, posisi titik yang belum diketahui

koordinatnya ditentukan dari titik yang sudah diketahui koordinatnya dengan mengukur semua jarak dan sudut dalam poligon.

Macam-macam Poligon

Poligon dapat dibedakan berdasarkan dari [1] bentuk dan [2] titik ikatnya.

1. Poligon Menurut Bentuknya

Berdasarkan bentuknya poligon dapat dibagi menjadi empat macam, yaitu :

1. poligon terbuka,
2. tertututup,
3. bercabang dan
4. kombinasi.

- Poligon Terbuka

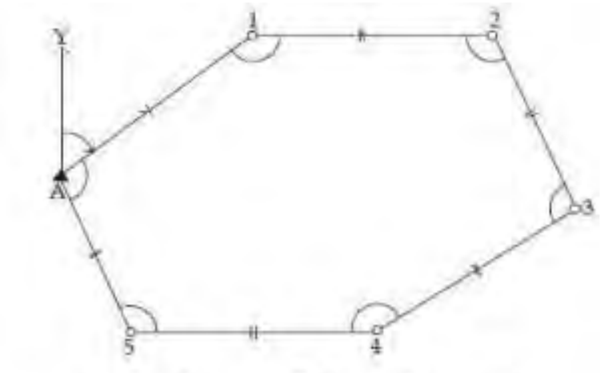
Poligon terbuka adalah poligon yang titik awal dan titik akhirnya merupakan titik yang berlainan (tidak bertemu pada satu titik).



Gambar Poligon Terbuka

- Poligon Tertutup

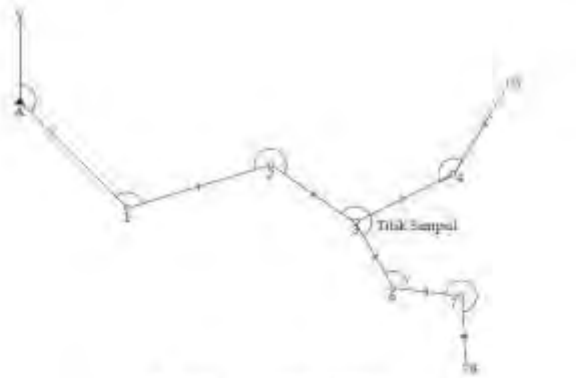
Poligon tertutup atau kring adalah poligon yang titik awal dan titik akhirnya bertemu pada satu titik yang sama. Pada poligon tertutup, koreksi sudut dan koreksi koordinat tetap dapat dilakukan walaupun tanpa titik ikat.



Gambar Poligon Tertutup

- Poligon Bercabang

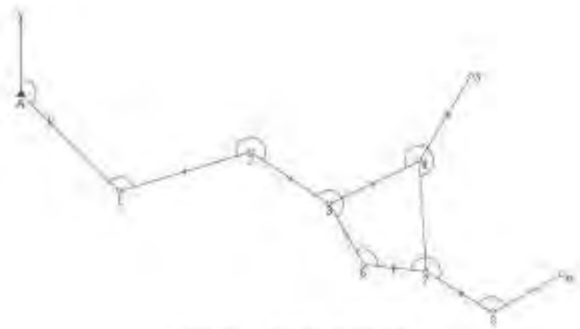
Poligon cabang adalah suatu poligon yang dapat mempunyai satu atau lebih titik simpul, yaitu titik dimana cabang itu terjadi.



Gambar Poligon Cabang

- Poligon Kombinasi

Bentuk poligon kombinasi merupakan gabungan dua atau tiga dari bentukbentuk poligon yang ada.



Gambar Poligon Kombinasi

2. Poligon Menurut Titik Ikatnya

1. Poligon Terikat Sempurna

Suatu poligon yang terikat sempurna dapat terjadi pada poligon tertutup ataupun poligon terbuka, suatu titik dikatakan sempurna sebagai titik ikat apabila diketahui koordinat dan jurusannya minimum 2 buah titik ikat dan tingkatnya berada diatas titik yang akan dihasilkan.

- Poligon tertutup terikat sempurna :

Poligon tertutup yang terikat oleh azimuth dan koordinat.

- Poligon terbuka terikat sempurna :

Poligon terbuka yang masing-masing ujungnya terikat azimuth dan koordinat.

2. Poligon Terikat Tidak Sempurna

Suatu poligon yang terikat tidak sempurna dapat terjadi pada poligon tertutup ataupun poligon terbuka, dikatakan titik ikat tidak sempurna apabila titik ikat tersebut diketahui koordinatnya atau hanya jurusannya.

- Poligon tertutup tidak terikat sempurna :

Poligon tertutup yang terikat pada koordinat atau azimuth saja.

- Poligon terbuka tidak terikat sempurna :

1. Poligon terbuka yang salah satu ujungnya terikat oleh azimuth saja, sedangkan ujung yang lain tidak terikat sama sekali. Poligon semacam ini dapat dihitung dari azimuth awal dan yang diketahui dan sudut-sudut poligon yang diukur, sedangkan koordinat dari masingmasing titiknya masih lokal.

2. Poligon terbuka yang salah satu ujungnya terikat oleh koordinat saja, sedangkan ujung yang lain tidak terikat sama sekali.Poligon semacam ini dapat dihitung dengan cara memisalkan azimuth awal sehingga masing-masing azimuth sisi poligon dapat dihitung, sedangkan koordinat masing-masing titik dihitung berdasarkan koordinat yang diketahui. Oleh karena itu pada poligon bentuk ini koordinat yang dianggap betul hanyalah pada koordinat titik yang diketahui (awal) sehingga poligon ini tidak ada orientasinya.
3. Poligon terbuka yang salah satu ujungnya terikat oleh azimuth dan koordinat, sedangkan ujung yang lain tidak terikat. Poligon jenis ini dapat dikatakan satu titik terikat secara sempurna namun belum terkoreksi secara sempurna baik koreksi sudut maupun koreksi koordinat, tetapi sistim koordinatnya sudah benar.
4. Poligon terbuka yang kedua ujungnya terikat oleh azimuth. Pada poligon jenis ini ada koreksi azimuth, sedangkan koordinat titik-titik poligon adalah koordinat lokal.
5. Poligon terbuka yang kedua ujungnya terikat oleh koordinat. Jenis poligon ini tidak ada koreksi sudut tetapi ada koreksi koordinat.
6. Poligon terbuka yang salah satu ujungnya terikat oleh koordinat, sedangkan ujung yang lain terikat azimuth. Pada poligon ini tidak ada koreksi sudut dan koreksi koordinat.
7. Poligon terbuka yang salah satu ujungnya terikat oleh azimuth dan koordinat saja, sedangkan ujung yang lain terikat koordinat. Jenis poligon ini tidak ada koreksi sudut tetapi ada koreksi koordinat.
8. Poligon terbuka yang kedua ujungnya terikat oleh azimuth dan koordinat, sedangkan ujung yang lain tidak terikat azimuth. Poligon ini ada koreksi sudut tetapi tidak ada koreksi koordinat.

9. Poligon terbuka yang kedua ujungnya terikat oleh azimuth dan koordinat, sedangkan ujung yang lain tidak terikat azimuth. Jenis poligon ini ada koreksi sudut tetapi tidak ada koreksi koordinat.

3. Poligon Tidak Terikat/Bebas

- Poligon tertutup tanpa ikatan sama sekali (poligon lepas)
- Poligon terbuka tanpa ikatan sama sekali (poligon lepas)

Pengukuran seperti ini akan terjadi pada daerah-daerah yang tidak ada titik tetapnya dan sulit melakukan pengukuran baik dengan cara astronomis maupun dengan satelit. Poligon semacam ini dihitung dengan orientasi lokal artinya koordinat dan azimuth awalnya dimisalkan sembarang.

Cara Pengukuran

1. Memasang alat theodolit pada titik awal dan aturlah alat tersebut.
2. Posisi teropong biasa arahkan alat pada titik sebelumnya (titik tetap, bila ada) dan kemudian pada titik selanjutnya, putarlah teropong pada posisi luar biasa arahkan ke titik seperti pada posisi teropong biasa.
3. Ukurlah jarak antar titik secara langsung dengan pita ukur.
4. Kemudian pindahkan alat theodolit ke titik selanjutnya, lakukan langkah 1 s.d 3, demikian seterusnya sampai titik terakhir apabila poligon terbuka dan kembali ke titik awal apabila poligon tertutup.

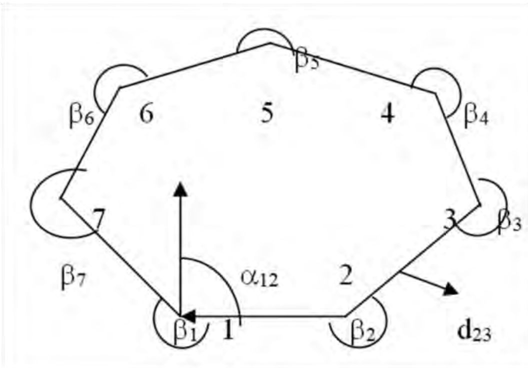
Cara Perhitungan :

1. Hitunglah azimuth awal dan akhir apabila diketahui.
2. Hitunglah salah penutup sudut.
3. Koreksikan masing-masing sudut pengukuran.
4. Hitunglah azimuth masing-masing titik/arah.
5. Hitunglah selisih absis (ΔX) dan selisih ordinat (ΔY)
6. Hitung salah penutup absis dan salah penutup ordinat.

7. Koreksikan masing-masing selisih absis dan selisih ordinat.
8. Hitung koordinat masing-masing titik.

Berikut beberapa metode perhitungan untuk pengukuran polygon berdasarkan dari segi bentuk :

- Dikatakan tertutup apabila titik awal sama dengan titik akhir.



Gambar 3.8. Poligon tertutup

Ketentuan-ketentuan :

- bila sudut luar yang diukur :

$\sum\beta = (n + 2)\ 180° \pm fb$

- bila sudut dalam yang diukur :

$\sum\beta = (n - 2)\ 180° \pm fb$

Pada absis dan ordinat berlaku :

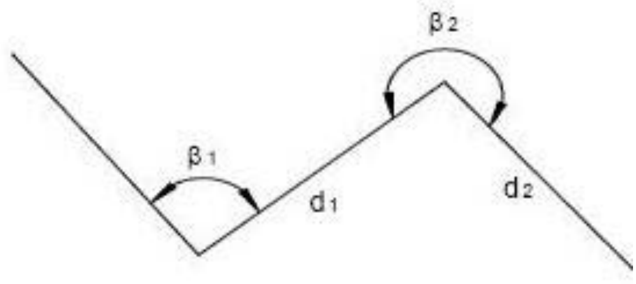
$\sum\Delta X = \sum d.\text{Sin}\ \alpha \pm fx = 0$

$\sum\Delta Y = \sum d.\text{Cos}\ \alpha \pm fy = 0$

- Poligon Terbuka.

Dikatakan terbuka apabila titik awal tidak sama dengan titik 0 akhir.

  - Poligon terbuka terikat titik awal dan sudut jurusan



Gambar 2.9. Poligon terbuka terikat titik awal

Diketahui : - koordinat titik P (Xp , Yp)

- sudut jurusan awal (αp1)

Diukur : - sudut-sudut β1, β2

- jarak d1, d2, d3

Ditanya : koordinat titik-titik 1, 2, 3 ?

Perhitungan :

Karena poligon ini hanya terikat pada titik awal dan sudut jurusan awal maka didalam perhitungannya tidak ada koreksi salah penutup sudut dan koreksi absis ordinat.

$\alpha 12 = \alpha p1 + \beta 1 - 180°$

$\alpha 23 = \alpha p1 + \beta 1 + \beta 2 - 2.\ 180°$

$X1 = Xp + d1.\ Sin\ \alpha\ p1$

$Y1 = Yp +.\ d1.Cos\ \alpha_{p1}$

$X2 = Xp + d1. \sin \alpha\ 12$

$Y_2 = Y1 + d_2. \cos \alpha_{12}$

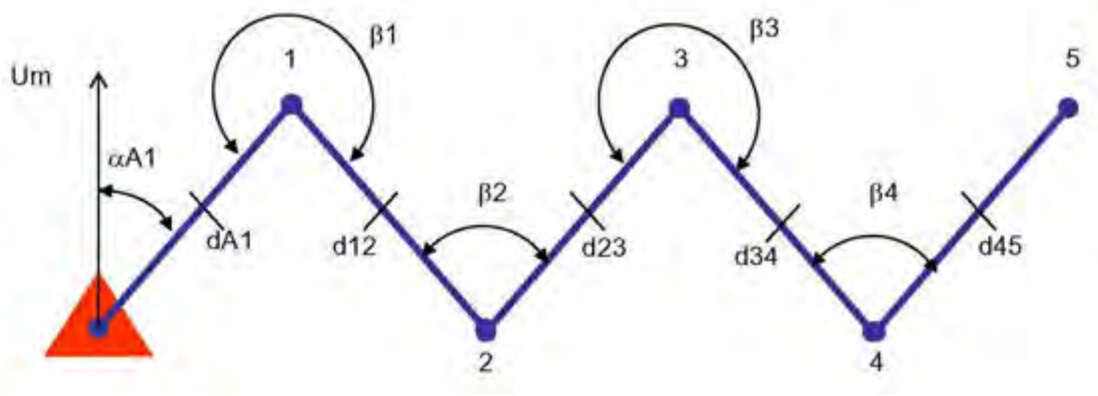
$X_3 = X2 + d_3\ \sin\alpha_{23}$

$Y_3 = Y2 + d_3. \cos \alpha_{23}$

- Poligon terbuka terikat Sempurna.

  Dikatakan terikat sempurna apabila poligon tersebut diikat oleh :

  - sudut jurusan awal dan akhir
  - koordinat titik awal dan titik akhir.



Gambar 3.10. Poligon terbuka terikat sempurna

Diketahui :- sudut jurusan awal αpq dan akhir αrs

- koordinat titik Q dan titik R

Diukur : - sudut-sudut βq, $\beta 1$, $\beta 2$, βr

- jarak d1, d2, d3

Ditanya : Koordinat titik 1 dan 2 ?

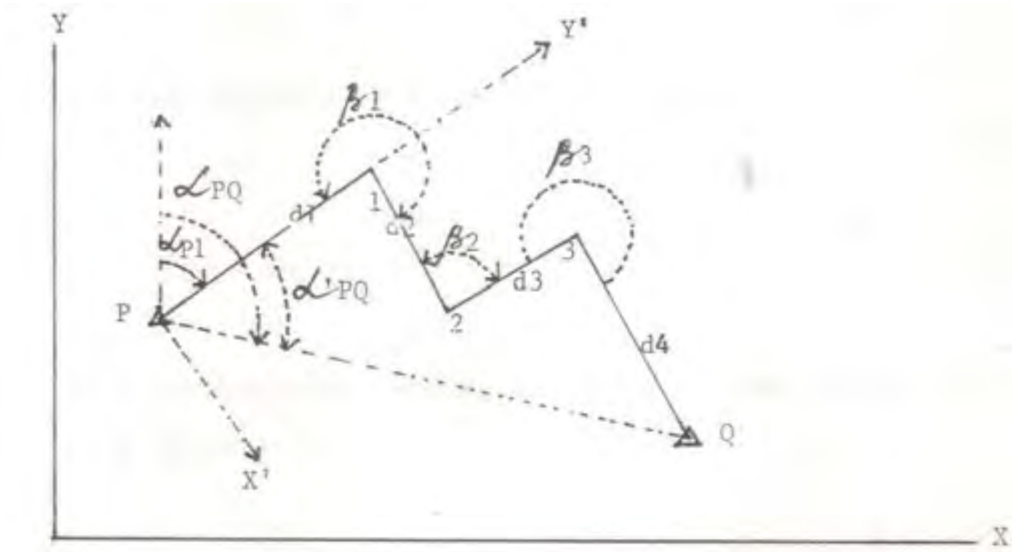
Perhitungan :

Karena poligon ini terikat sempurna maka semua syarat geometrik harus dipenuhi :

- α akhir = α awal + $\Sigma\beta$
- Xr - Xq = Σ d.Sin α
- Yr - Yq = Σ d.Cos α

Apabila hasil hitungan tidak memenuhi syarat diatas maka harus diberikan koreksi seperti pada syarat geometrik poligon diatas.

- Poligon Terbuka dengan Pengikatan Koordinat pada titik Awal dan Akhir.



Gambar 3.11.Poligon terbuka dengan pengikatan koordinat pada titik awal dan akhir.

Diketahui: koordinat titik awal P dan titik akhir Q

- Diukur : Sudut-sudut β1, β2, β3
- Jarak : d1, d2, d3, d4

Ditanya : koordinat titik 1, 2, 3 ?

Perhitungan :

$\alpha p1 = \alpha pq - \alpha' pq$

Karena α'pq tidak diketahui, maka terlebih dahulu dipakai bantuan sistim koordinat lokal (X',Y') dengan titik awal P dan sudut jurusan awal diambil berimpit sisi P-1 ($\alpha p1 = 0$), sehingga koordinat 1, 2, 3, Q dapat dihitung.

Misalnya : (X'1,Y'1) ; (X'2,Y'2) ; (X'3,Y'3); (X'q,Y'q).

Sudut jurusan α'pq didapat dari hitungan koordinat lokal :

$$\alpha\text{„}pq = \text{arc tg} \left(\frac{X'q - X'p}{Y'q - Y'p} \right)$$

Bila koordinat lokal titik P diambil (0,0) maka :

$$\alpha' pq = \text{arc tg} \left(\frac{X'q}{Y'q} \right)$$

Sedangkan αpq bisa dihitung dari koordinat titik P dan titik Q yang sebenarnya.

$$\alpha pq = \text{arc tg} \left(\frac{Xq - Xp}{Yq - Yp} \right)$$

Sehingga sudut jurusan awal $\alpha p1 = \alpha pq - \alpha\text{„}pq$

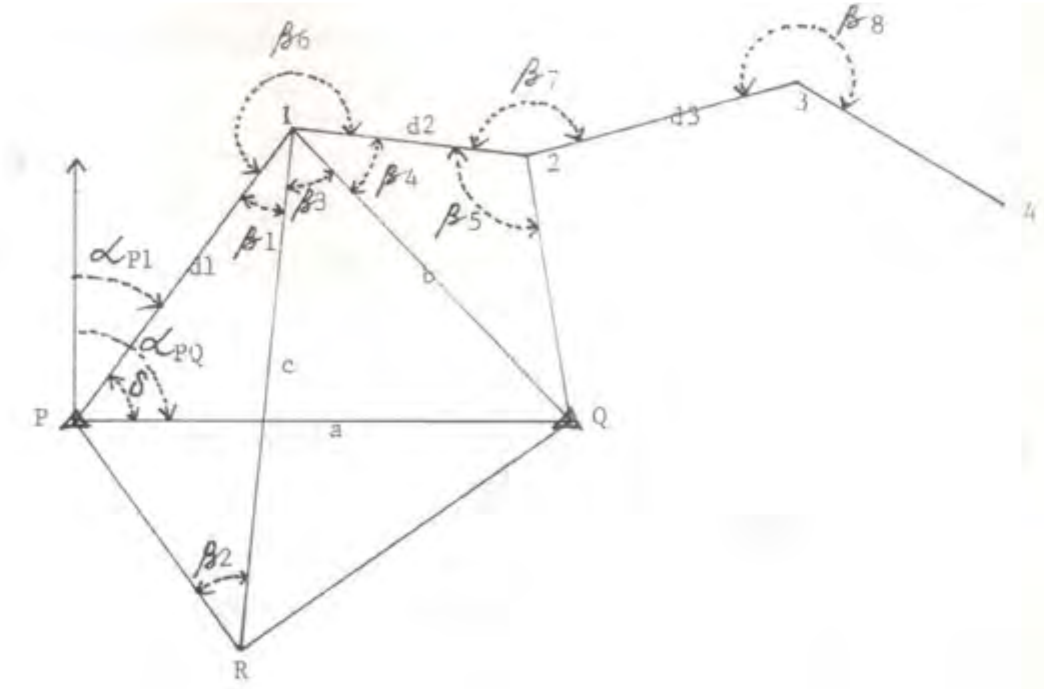
Selanjutnya koordinat titik 1, 2, 3 dapat dihitung.Karena poligon ini hanya terikat pada titik awal dan akhir saja maka koreksi yang perlu diberikan hanyalah koreksi absis dan ordinat saja apabila :

$Xq - Xp \neq \Sigma\, d.\text{Sin } a$

$Yq - Yp \neq \Sigma.\text{Cos } \alpha$

❖ Masalah pada Poligon.

- kedua titik tetap tidak dapat ditempati alat.



Diketahui : Koordinat titik P dan'Q.

Diukur : - sudut β1,β2,β3, β4, β5,β6, β7, β8

- jarak d1, d2, d3, d4

Ditanya : ditanya koordinat titik 1, 2, 3 ?

Perhitungan :

- hitung $a = \sqrt{[(Xq - Xp)^2 + (Yq - Yp)^2]}$
- hitung b dengan rumus sinus :

$$\frac{b}{\text{Sin } \beta 5} = \frac{d2}{\text{Sin } (180 - \beta 4 - \beta 5)}$$

$$b = \frac{d2 . \text{ Sin } \beta 5}{\text{Sin } (\beta 4 + \beta 5)}$$

- hitung δ dengan rumus sinus :

$$\frac{b}{\sin \delta} = \frac{a}{\sin (\beta 1 + \beta 3)}$$

$$\delta = \arc \sin \left\{ \frac{b. \sin (\beta 1 + \beta 3)}{a} \right\}$$

- hitung d1 dengan rumus sinus :

$$\frac{}{\sin \beta 2} = \frac{d1}{\sin (180-\beta 1-\beta 2)} = \frac{c \;\; c}{\sin (\beta 1 + \beta 2)}$$

$$d1 = \frac{c. \sin}{\sin (\beta 1 + \beta 2)}$$

- hitung $\alpha pq = \arc tg \left\{ \frac{Xq - Xp}{Yq - Yp} \right\}$
- hitung $\alpha p1 = \alpha pq - \delta$
- selanjutnya hitung koordinat titik 1, 2, 3.

- Hasil Pengukuran Poligon dihinggapi kesalahan Besar sudut atau jarak.
  - Bila terjadi kesalahan besar (kekeliruan) untuk sudut. Untuk mencari letak kesalahan, dapat dilakukan dengan :
    - Dengan cara menghitung koordinat dari dua arah yakni dari titik B ke C didapat X1,Y1; X2,Y2; X3,Y3; X'c,Y'c sedang dari titik C ke titik B didapat koordinat titik-titik X'3,Y'3; X'2,Y'2; X'1,Y'1; X'b,Y'b.

Dari kedua hasil hitungan di atas bandingkan mana koordinat yang hampir sama (pada titik yang sama pula) maka kemungkinan kesalahan besar terjadi pada titik tersebut.

- Cara lain untuk menentukan letak kesalahan besar pada pengukuran sudut adalah dengan menggunakan rumus Bronnimann :

$$Xt = \frac{X'c + Xc}{2} - \left\{ \frac{Y'c - Yc}{2} \right\} \text{Cotg } \tfrac{1}{2} f$$

$$Yt = \frac{Y'c + Yc}{2} + \left\{ \frac{X'c - Xc}{2} \right\} \text{Cotg } \tfrac{1}{2} f$$

dimana :

Xc,Yc adalah koordinat titik C yang diketahui.

X'c,Y'c adalah koordinat titik C yang dihitung dari data mentah.

f adalah salah penutup sudut =(α akhir- α awal) - ($\Sigma\beta$ - n.180)

Koordinat titik poligon yang hampir sama dengan koordinat (Xt,Yt) adalah titik dimana terdapat kesalahan besar dalam pengukuran sudut.

▪ Apabila terjadi kesalahan besar pada pengukuran jarak maka untuk mencari letak terjadinya kesalahan besar dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

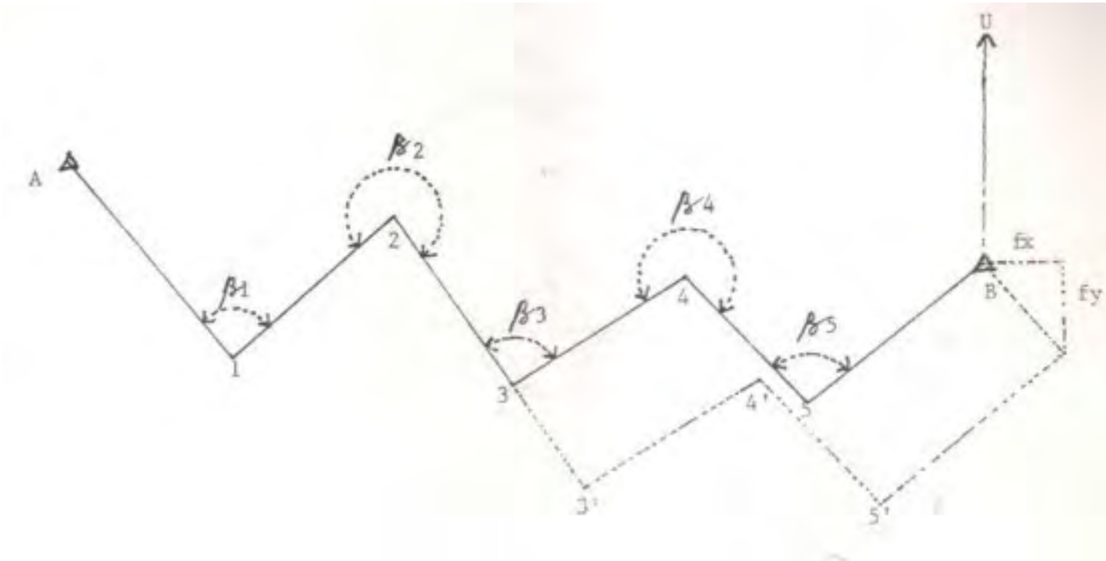
- hitung salah penutup koordinat fx ,fy.

Fx

- hitung sudut jurusan : α = arc tg -------

  fy

- cari sisi yang sudut jurusannya sama atau hampir sama dengan sudut α berarti kesalahan besar terjadi pada sisi tersebut.
- besarnya kesalahan jarak fl = √ ($fx^2 + fy^2$)



Metoda Triangulasi.

Triangulasi merupakan salah satu metoda penentuan posisi horisontal dimana yang diukur hanya sudut-sudutnya.

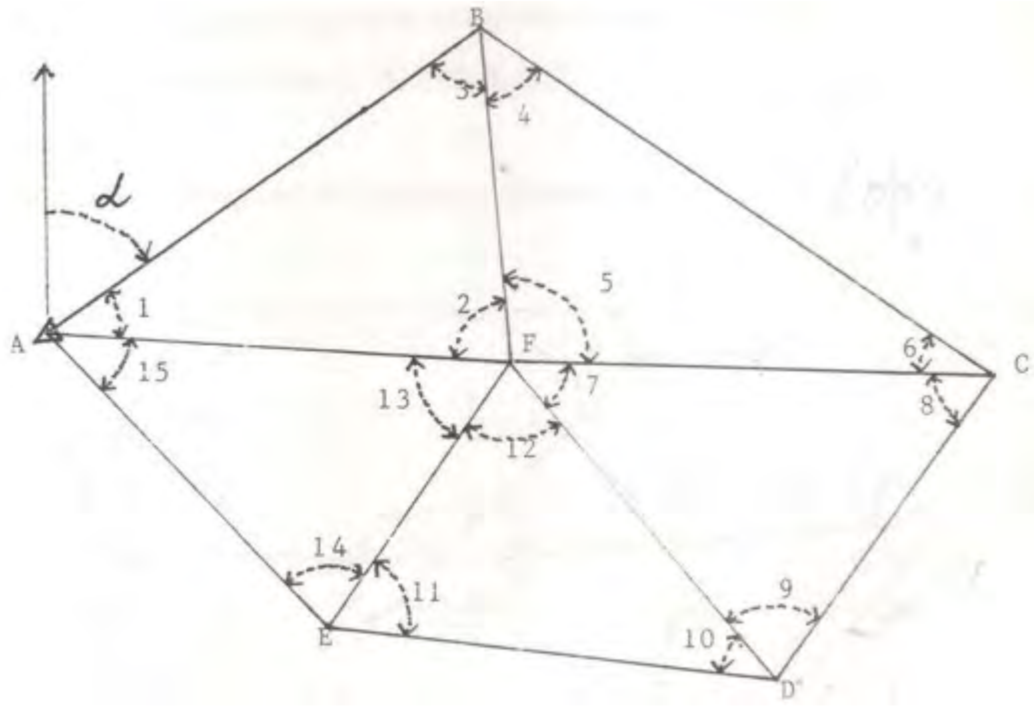
Dilihat dari bentuknya dibagi atas :

- Jaring segitiga
- Rangkaian segitiga.
  - **Jaring segitiga.**

    Diketahui :

    - koordinat titik A
    - jarak AB
    - sudut jurusan AB = α ab

- Diukur : sudut-sudut 1 s/d 15
- Dihitung : koordinat titik B, C, D, E, F ?



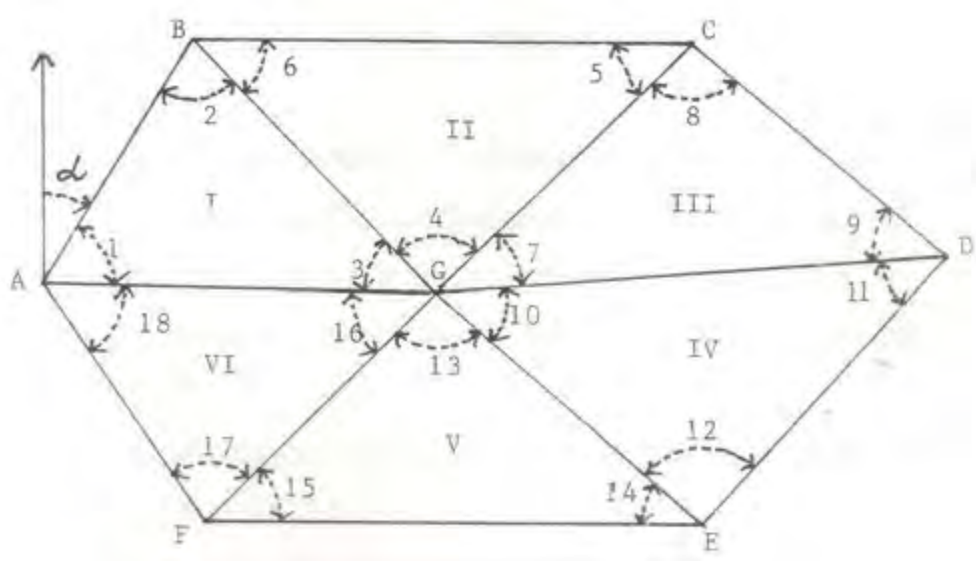
Perhitungan :

- Jumlahkan semua sudut dalam segitiga.
  Bila tidak 180, maka setiap sudut diberi koreksi dari kesalahan.

- Jumlahkan semua sudut di titik sentral (titik F). Bila tidak 360, maka setiap sudut pada titik sentral diberi koreksi K2 sebesar jumlah kesalahan dibagi jumlah sudut.
- Karena pengaruh K2, maka jumlah sudut dalam segitiga tidak lagi 180. Untuk itu kepada sudut-sudut yang bukan sudut'sentral harus diberi koreksi lagi sebesar K3 = - ½ .K2.
- Setelah semua sudut telah diberi koreksi (sudut sudah benar), maka hitung sudut jurusan masing-masing sisi.
- Hitung panjang semua sisi dengan rumus sinus.
- Hitung koordinat titik-titik B, C, D, E, F.

Contoh :

Diketahui jaring seperti gambar dibawah ini :



Diketahui :

- koordinat titik A(0,0)
- jarak AB =dab = 5 m.
- sudut jurusan AB = αab = 30º 00' 00"

Diukur : sudut-sudut 1 s/d 18

sdt 1 = 62º 14' 53"	sdt 4 = 51º 55' 01"
sdt 2 = 52º 30' 04"	sdt 5 = 63º 24' 47"
sdt 3 = 65º 15' 09"	sdt 6 = 64º 40' 22"
sdt 7 = 62 º 54' 46"	sdt 10= 65º 15' 19"
sdt 8 = 52º 40' 40"	sdt 11= 64º 44' 09"
sdt 9 = 64º 24' 04"	sdt 12= 50º 00' 38"
sdt 13= 50º 36' 49"	sdt 16= 64º 02' 56"

sdt 14= 68º 43' 22" sdt 17= 61º 15' 42"

sdt 15= 60º 39' 51" sdt 18= 54º 41' 00"

Ditanyakan : koordinat titik B, C, D, E, F, G ?

Perhitungan :

- Jumlahkan semua sudut dalam segitiga :
  ΔI :Σ sdt = 180º 00' 06" berarti untuk segitiga ini K1 = 6". sehingga sudut 1, 2, 3 harus diberi koreksi sebesar .6 = - 2".

  Diperoleh sdt 1 = 62º14' 51"; sdt 2 = 52º30' 02" dan sdt 3 = 65º15' 07".

  Demikian juga untuk segitiga berikutnya sehingga diperoleh sudut-sudut :

  sdt 4 = 51º54' 58"; sdt 5 = 63º24' 44"; sdt 6 = 64º40' 18"

  sdt 7 = 62º54' 56"; sdt 8 = 52º40' 50"; sdt 9 = 64º24' 14"

  sdt 10= 65º15'17"; sdt 11= 64º44' 07"; sdt 12= 50º00' 36"

  sdt 13= 50º36' 48"; sdt 14= 68º43' 22"; sdt 15= 60°39' 50"

  sdt 16= 64º03' 04"; sdt 17= 61º15'49"; sdt 18= 54º41'07".

- Jumlahkan semua sudut di titik sentral :
  sdt 3 + sdt 4 + sdt 7 + sdt 10 + sdt 13 + sdt 16 = 359º 59'59"

  Sehingga K2 = 1".

  Karena koreksi ini cukup kecil maka cukup diberikan kepada sudut 10, sehingga diperoleh sudut 10 = 65º 15' 18".

- Karena adanya K2 maka jumlah sudut dalam Δ IV ≠ 180º.

Oleh karena itu sudut 11 dan sudut 12 diberi koreksi K3 = -½.K2=0,5", sehingga diperoleh sudut 11 = 64º 44' 06,"5 dan sudut 12 = 50º 00' 35,"5.

- Hitung sudut jurusan semua sisi.
- Hitung semua panjang sisi dengan rumus sinus :

$$\frac{dab}{\text{Sin (sdt 3)}} = \frac{dbg}{\text{Sin (sdt 1)}}$$

Demikian seterusnya untuk sisi-sisi berikutnya.

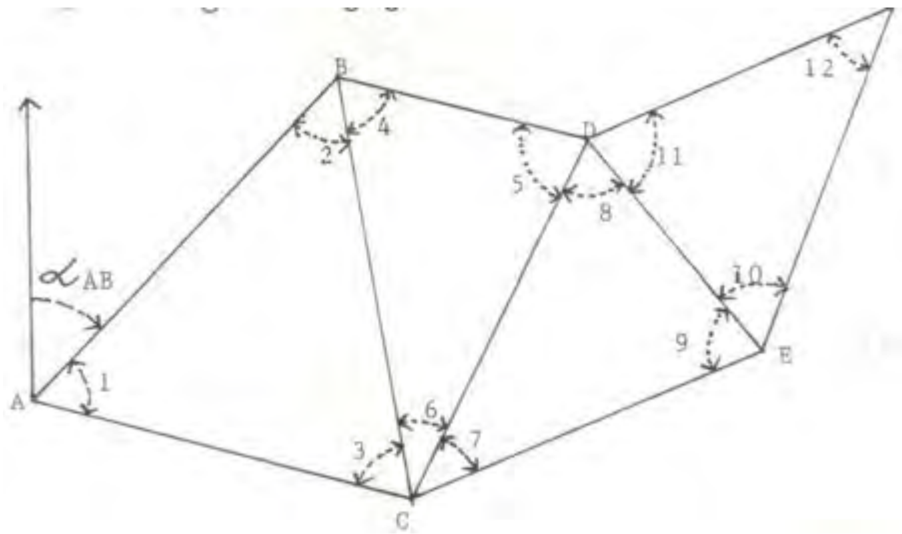
- hitung koordinat dengan rumus :

Xb = Xa + dab. Sin αab

Yb = Ya + dab. Cos αab

dan seterusnya.

❖ **Rangkaian Segitiga.**



Diketahui : - koordinat titik A

- jarak AB = dab.

- sudut jurusan AB = αab

Diukur : sudut-sudut 1 s/d 12

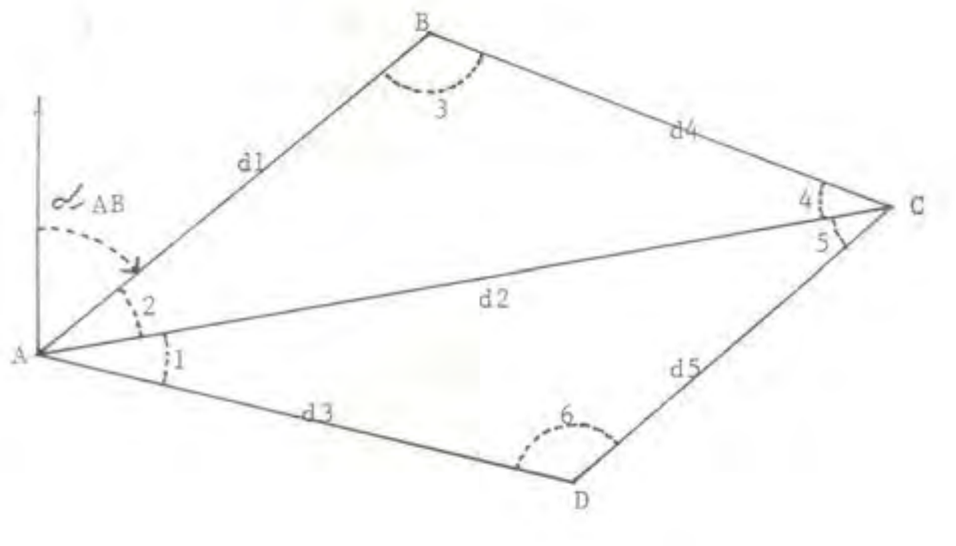
Ditanya : koordinat titik-titik B, C, D, E, F

Perhitungan :

- Jumlahkan semua sudut dalam segitiga. Bila jumlahnya tidak 180 maka beri koreksi K = 1/3 kesalahan.
- Hitung sudut jurusan masing-masing sisi.
- Hitung panjang semua sisi dengan rumus sinus.
- Hitung koordinat titik-titik B, C, D, E, F.

Metoda Trilaterasi.

Kalau pada metoda triangulasi yang diukur hanyalah sudut-sudutnya maka pada metoda ini yang diukur adalah semua sisi-sisinya.



Diketahui : - koordinat titik A

- sudut jurusan AB = aab

Diukur : jarak-jarak d1, d2, d3, d4, d5.

Ditanya : koordinat titik-titik B, C, D ?

Perhitungan :

- Hitung jarak datar semua ukuran jarak dengan rumus :

  d1 = d1'.Sin Z1 = d1'.Cos m1

- Hitung sudut-sudut 1, 2, 3, 4, 5, 6 dengan rumus Cosinus :

$$\text{Cos sdt } 1 = \frac{d2^2 + d3^2 - d5^2}{2.\ d2.\ d3}$$

- Karena adanya kesalahan pengukuran jarak dan pembulatan, maka jumlah sudut dalam setiap segitiga kemungkinan tidak 180.

  Untuk itu masing-masing sudut diberi koreksi = 1/3 kesalahan

- Hitung sudut jurusan setiap sisi :

$$\alpha ad = \alpha ab + sdt\ 1 + sdt\ 2$$

$$\alpha ac = \alpha ab + sdt\ 2.$$

- Hitung koordinat titik-titik B, C, D.

1. Latihan

- Sebutkan metoda-metoda penentuan posisi horisontal yang dikategorikan dalam metoda penentuan titik tunggal.

- Sebutkan metoda-metoda penentuan posisi horisontal yang dikategorikan dalam metoda penentuan banyak titik.

2. Rangkuman

Materi pokok 2 membahas tentang :

- Beberapa metode penentuan posisi horisontal.
- Penentuan posisi cara polar.
- Penentuan posisi cara kemuka.
- Penentuan posisi cara kebelakang.
- Penentuan posisi cara poligon.
- Penentuan posisi cara triangulasi.
- Penentuan posisi cara trilaterasi.
- Menghitung hasil data pengukuran penentuan posisi.

3. Evaluasi Materi Pokok 2

Diketahui koordinat titik awal A dan koordinat titik akhir B serta sudut jurusan awal PA dan sudut jurusan akhir BQ.

Xa = 8478.139   Ya = 2483.826

Xb = 7202.917   Yb = 2278.517

PA = 248° 15'21"   BQ = 269° 32'07"

Hasil pengukuran sudut dan jarak :

No.ttk	Sudut	jarak
A	172 53'34"	281.830
1	185 22'14"	271.300
2	208 26'19"	274.100
3	178 31'52"	293.350
4	175 47'14"	213.610
B	180 15'20"	

Hitunglah koordinat titik-titik 1, 2, 3 dan4.

4. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Apabila telah menguasai pembelajaran ini maka Anda dapat melanjutkan pada materi pokok berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wongsotjitro,S., *Ilmu Ukur Tanah*, Yayasan Kanisius 1980.
2. Irvine, W., 1974.,*Surveying for Construction*, Mc.graw-Hill Book Company United.
3. Brinker, R.C., Paul ,WLF., *Dasar - Dasar Pengukuran Tanah (Surveying)*
4. Staf Survai, *Survai dan Pemetaan*, PPPG Teknologi Bandung 1985
5. Mulkan, S.F.,Sumaryanto, E.,*Ilmu Ukur Tanah Wilayah*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, 1980.
6. Departemen Geodesi FTSP-ITB, Ilmu Ukur Tanah
7. Umaryono, P., *Ilmu Ukur Tanah Seri A*, FTSP – ITB.
8. Gylani, C., Wolf, P., *Elementary Surveying An Introduction To Geomatics*., Pearson Education Inc., New Jersey., 2002.